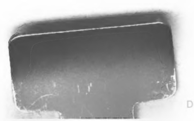
Digitized by Google

Techn. 51i

Dubrunfaut

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

ART DE FABRIQUER

LE SUCRE

DE BETTERAVES.

Digitized by Google

IMPRIMERIE DE HUZARD-COURCIER,
Rue du Jardinet, nº 12.

Digitized by Google

ART DE FABRIQUER
LE SUCRE
DE
BETTERAVES,

CONTENANT

1°. La description des meilleures méthodes usitées pour la culture et la conservation de cette racine;
2°. L'exposition détaillée des procédés et appareils utiles pour en extraire le sucre avec de grands avantages;

SUIVI

D'un Essai d'Analyse chimique de la Betterave propre à éclairer la théorie des opérations qui ont pour objet d'en séparer la matière sucrée;

PAR M. DUBRUNFAUT,

Membre de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; correspondant de la Société royale et centrale d'Agriculture de Paris, de celle des Sciences, des Arts et des Lettres d'Arras, etc.

L'homme qui se borne à récolter des mains de la nature n'est pas agriculteur.

J.-B. SAY, *Econom. Pol.*

PARIS,
BACHELIER, SUCCESSEUR DE M^ME V^E COURCIER,
LIBRAIRE POUR LES SCIENCES,
QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, N° 55.
1825

2 2 .T.

Digitized by Google

Digitized by Google

INTRODUCTION.

Parmi les branches nombreuses de l'industrie manufacturière qui se lient le mieux à l'industrie agricole, il n'en est point qui soit plus digne de l'attention du cultivateur que la fabrication du sucre de betteraves. Elle promet à sa fortune des avantages considérables, en même temps qu'elle sera pour le pays la source d'une nouvelle richesse.

Je ne reproduirai pas ici tous les développemens qui ont été présentés par les économistes, et qui ont été parfaitement sentis par tous les hommes tant soit peu éclairés, sur les avantages immenses que l'agriculture peut retirer de l'annexe des manufactures, et surtout de l'alliance de celles qui, par une mutation dans la nature des produits du sol, acquièrent immédiatement à ce même sol, sous forme d'engrais, une partie plus considérable des récoltes.

Le sucre de betteraves satisfait parfaitement à cette condition importante de la consommation sur place, et réunit, en outre, une foule d'autres avantages qu'il est convenable d'indiquer ici.

La betterave, comme plante bisannuelle, pivotante et sarclée, entre parfaitement en assolement avec les plantes annuelles et avec toutes celles qui sont considérées comme épuisantes; elle est donc, par là même, susceptible de faire disparaître avec un plein succès, et très

Digitized by Google

rapidement, la pratique si onéreuse de l'assolement triennal, que la majeure partie de la France s'obstine routinièrement à respecter. Elle précède le blé avec beaucoup d'avantages, et prépare à merveille le sol aux récoltes céréales; et, d'un autre côté, on peut très bien la faire succéder aux céréales elles-mêmes, et principalement à l'avoine et au seigle, qui commenceraient ainsi une rotation triennale. La pomme de terre précéderait aussi, avec beaucoup de succès, une récolte de betteraves, parce que celles-ci viennent toujours mieux dans une terre bien défoncée.

Elle n'épuise que très peu le sol, parce qu'étant récoltée la première année de la végétation, elle équivaut par là même à une récolte fourrageuse qui serait enlevée en vert. D'un autre côté, son mode même de végétation et les soins qu'elle exige, contribuent à rendre cette racine peu épuisante. 1°. Elle réclame, pendant la durée de sa végétation, et surtout au commencement, plusieurs sarclages, qui enlèvent les plantes gourmandes et renouvellent en même temps les surfaces du sol. 2°. Plus tard, lorsque la plante est bien développée, les sarclages deviennent inutiles, parce que ses feuilles larges et multipliées viennent ombrager le sol et soustraire les plantes parasites aux rayons du soleil, qui sont utiles à leur végétation. 3°. Ces mêmes feuilles larges et abondantes puisent dans l'air, pendant toute la durée de la végétation, une grande partie des alimens nécessaires à la plante, de sorte que le sol, ayant d'autant moins à fournir, ne subit qu'un épuisement proportionnel. 4°. La betterave, par sa racine pivotante, pénètre plus ou moins profondément dans le sol et le soulève; elle le divise, et équivaut ainsi à une sorte de labour, que la récolte elle-

Digitized by Google

même vient encore perfectionner ; enfin, cette récolte retourne le sol, le divise par l'emploi de la bêche, qu'elle exige. Ainsi, en admettant qu'on fasse succéder les céréales aux betteraves, on aura un labour de moins à donner à la terre. 5°. La betterave n'occupe la terre que six mois de l'année tout au plus ; elle se sème depuis le mois de mars jusqu'en avril, mai et même juin. Ainsi, elle laisse au cultivateur le temps de bien préparer ses terres vers la fin de l'hiver ou au commencement du printemps ; et cet avantage, qui lui est commun avec les cultures de mars, ne sera pas de peu de valeur auprès d'un agriculteur éclairé. Ce court laps de temps, nécessaire à la betterave pour accomplir sa maturation saccharine, contribue aussi, sans doute, à en faire une plante peu épuisante. Il existe d'autres industries qui, à l'exemple du sucre de betteraves, entraînent la consommation sur place, et ont fourni et fournissent encore à l'agriculture de grands moyens de prospérité. Telles sont les féculeries, les distilleries, etc. ; mais ces manufactures, dont les produits sont de la fécule et de l'alcool, n'ont fait connaître au commerce que des produits qui entrent en concurrence avec d'autres productions de notre sol, et qui sont d'une nature, sinon identique avec elles, au moins analogue ; tandis que la fabrication du sucre de betteraves livre à la consommation un produit qui n'entre en concurrence avec aucune autre production indigène. Cette considération est extrêmement importante sous le point de vue économique, et elle seule devrait suffire pour encourager en France une fabrication unique, dont les produits ont reçu de l'usage et de l'habitude une utilité indispensable.

Il y a environ sept à huit siècles que le sucre de cannes

est connu en Europe. Ce fut pour nous un présent des croisades, qui en firent la conquête en Asie.

La canne est, en effet, originaire des Indes orientales; les Arabes la rapportèrent dans leur pays comme un objet de leurs conquêtes. De là elle est passée en Egypte, en Syrie, dans les îles de Chypre et de Candie et dans la Morée. Ce furent les Européens qui la transplantèrent en Sicile, en Calabre, aux Canaries, à Madère, etc.; puis enfin aux Indes occidentales, où elle a pris depuis un si grand développement.

Ces transplantations de la canne s'opérèrent dans un laps de temps très court, c'est-à-dire dans l'espace de près d'un siècle. A cette époque, et ce fut environ vers le onzième siècle, on essaya aussi de la cultiver dans le midi de la France, en Provence; mais les essais furent vains, comme ils le furent encore plus récemment. Ce ne fut donc que vers le onzième siècle que l'usage du sucre cristallisé commença à se répandre en France et en Europe; et il arriva pour ce produit ce qui arrive toujours pour les choses utiles, que la consommation suivit la production à tel point, qu'aujourd'hui la consommation du sucre de cannes en France s'élève à plus de cent millions de livres, ce qui fait plus de trois livres par tête. Cette consommation est cependant encore loin de ce qu'elle pourrait être, car celle de l'Angleterre est cinq fois plus considérable par tête, et il n'y a pas de raison pour qu'elle ne devienne pas aussi forte chez nous que chez nos voisins.

Il paraît bien démontré que ce fut la grande production du sucre de cannes aux Indes orientales qui fit négliger en Europe les moyens qui étaient précédemment usités pour se procurer la matière sucrée, telle que le

miel ou celle fournie par la concentration des sucs des fruits. De là le délaissement des abeilles, dont la culture est cependant si intéressante sous bien des rapports ; de là encore la négligence qu'on a apportée à perfectionner les moyens de retirer de nos végétaux indigènes, tels que le raisin, la matière sucrée sous forme concrète ou sous forme sirupeuse, comme le faisaient les Grecs et les Romains, et comme on le faisait encore dans diverses contrées de l'Europe, avant que l'Amérique lui eût fourni en abondauce le sucre utile à ses besoins.

Margraff, célèbre chimiste prussien, annonça en 1747, dans un mémoire lu à l'Académie royale des Sciences de Berlin, l'existence du sucre cristallisé dans la betterave. Cette annonce, accompagnée d'autres recherches sur les végétaux sucrés, ne fit pas une grande sensation dans le monde industriel à une époque où la Chimie, science encore timide, n'était que peu répandue, et où ses applications aux arts ne l'avaient point encore placée au premier rang des sciences utiles. Cependant Margraff pressentit et fit pressentir l'importance de sa découverte dans son mémoire même ; il pensa dès-lors que l'Europe pourrait y trouver l'aliment d'une industrie immense, et il borna ses vœux à voir l'agriculture prussienne élever des manufactures de sucre de betteraves. Les procédés que Margraff avait suivis pour obtenir du sucre étaient très imparfaits, et son mode d'opérer n'était guère de nature à réussir que dans un laboratoire. Cette circonstance contribua aussi, sans doute, à reculer pour l'industrie l'acquisition de cette nouvelle colonne.

Ce ne fut que quarante ans après, que M. Achard, autre chimiste de Berlin, reprit les travaux de Margraff, et réussit, avec un plein succès, à extraire en grand le sucre

des betteraves. Ses procédés, quoique créés tous par lui, décélaient un savant distingué; et, à quelques imperfections près, Achard indiqua, à ce qu'il paraît maintenant, l'une des méthodes les plus utiles pour extraire le sucre de la betterave avec succès.

L'annonce d'Achard fit grand bruit en Europe, et particulièrement en France, où un grand nombre de savans ne dédaignèrent point de répéter les expériences des chimistes prussiens. Mais, soit que les procédés n'aient pas été suivis avec tous les soins convenables, soit que les betteraves ne fussent pas égales en qualité à celles récoltées en Prusse, les résultats de ces expériences en masses ne parurent pas confirmer ceux qu'Achard avait annoncés. En effet, ce savant prétendait que la moscowade de betteraves ne devait pas revenir, au manufacturier, à plus de 30 centimes le demi-kilogramme; et le résultat des expériences faites par la commission de l'Institut, en 1800, portait à 90 centimes le coût de ce même demi-kilogramme. Quelques fabriques s'établirent alors dans les environs de Paris et dans l'intérieur, mais aucune ne réussit, et elles contribuèrent ainsi à jeter du discrédit sur une industrie susceptible, cependant, du plus grand succès.

On ne perdit pourtant pas complétement de vue le sucre de betteraves, et à une époque où les évènemens politiques avaient élevé considérablement le prix du sucre des colonies, l'attention des savans et des économistes vint se reporter avec énergie vers les moyens de nous affranchir des tributs étrangers. La betterave, il est vrai, n'occupa point le premier rang dans cette sollicitude; mais elle était placée immédiatement après le raisin, que Parmentier nous montrait comme la ressource la plus im-

portante à notre disette de sucre. Ce fut surtout un nouveau rapport lu à l'Académie des Sciences, en 1810, par M. Deyeux, rapporteur d'une commission nommée par ce corps savant pour suivre de nouvelles expériences, ce fut ce rapport, dis-je, qui ramena les recherches actives sur la nouvelle industrie, et ranima un zèle que notre caractère est aussi facile à contracter qu'à perdre.

Le gouvernement, alors, ouvrit les yeux sur ce moyen d'adoucir des privations provoquées par ses mesures politiques; il ordonna l'établissement d'une manufacture impériale à Rambouillet; il proposa des encouragemens considérables, ordonna la culture de la canne européenne, envoya des agens dans les provinces pour encourager et éclairer les manufactures naissantes, et ne négligea, enfin, aucun des moyens propres à seconder les vues industrieuses d'un grand peuple. Un motif puissant d'intérêt venait, d'ailleurs, appuyer énergiquement la faveur du gouvernement : je veux parler des hauts prix des denrées coloniales.

Un élan général répondit, de tous les points du vaste empire, à l'appel protecteur, et, dans l'espace de quelques années, on vit un grand nombre de fabriques établies, je ne dirai pas toutes avec des élémens égaux de succès, mais au moins dans des circonstances qui ne leur eussent guère fait redouter les désastres dont elles ont été victimes, si ces circonstances n'eussent cessé d'exister. Ce grand développement industriel commença, en effet, vers l'année 1812; et l'on sait quel choc violent reçut, en 1814, le commerce en général, et particulièrement celui qui s'exerçait sur les denrées exotiques ou sur les moyens de les remplacer par des produits indigènes. Le sucre de betteraves était éminemment dans cette classe,

et il reçut, de l'introduction des sucres en fraude dans le bouleversement de 1814, un échec que des fortunes colossales seules étaient capables de supporter. Aussi ces évènemens anéantirent-ils toutes nos sucreries naissantes, et reculèrent-ils encore, pour notre agriculture, l'acquisition de cette industrie.

Lorsque les évènemens de 1815 eurent cessé de nous affliger par les désastres de nouvelles guerres et de discordes intestines; lorsque enfin un gouvernement bienveillant eut rétabli pour nous la paix au dedans et au dehors, on ne devait guère s'attendre que le sucre de betteraves survécût aux circonstances favorables qui l'avaient fait naître, et qu'il pût, désormais, rivaliser avec les moscowades des colonies, tombées chez nous à vil prix, quand il n'avait pu en soutenir la concurrence à des prix élevés. Cette pensée peu réfléchie occupait tout entière les esprits superficiels, et corroborait, dans l'opinion vulgaire, la persuasion qu'elle avait prise, par les revers des manufactures, que la fabrication du sucre de betteraves était un songe creux, et que non-seulement cette fabrication n'était point de nature à réussir, mais qu'il était même absolument impossible de trouver, dans notre sol, un sucre qui fût identique avec celui de la canne. Quel fut l'étonnement de la France presque tout entière, quand elle vit de nouvelles fabriques s'établir au sein de la paix, et fournir au commerce des sucres en concurrence avec ceux des Indes, à une époque où ceux-ci étaient tombés à 14 et 15 sous la livre! On s'obstina encore à douter de leurs résultats spéculatifs jusqu'à ce que leur attitude ferme et leur existence, soutenues par le zèle éclairé des propriétaires, dissipassent le doute de tous les détracteurs et des consommateurs eux-mêmes, qui s'as-

surèrent, par l'expérience, de la bonne qualité des produits fournis au commerce par les sucreries de betteraves.

Dans un voyage que je fis, en 1819, dans l'intérieur de la France, je vis à peu près toutes les fabriques qui existaient alors, et je m'assurai qu'elles étaient à même, sinon de soutenir toutes la baisse progressive des sucres, mais au moins de perfectionner l'ensemble de leurs opérations de manière à le faire victorieusement. A cette époque, le sucre brut valait 20 à 22 sous la livre, et l'on sait qu'il est tombé depuis jusqu'à 10 sous.

Je vis alors, avec beaucoup d'intérêt, les manufactures de Pont-à-Mousson entre Metz et Nancy, et je distinguai particulièrement l'une d'entre elles, appartenant, je crois, à un M. André qui la dirigeait lui-même. Je fus frappé de la beauté de ses résultats et de l'intelligence avec laquelle sa fabrique était organisée. Il y avait alors, à Pont-à-Mousson, quatre fabriques qui suivaient, à peu de chose près, les procédés décrits par M. Mathieu de Dombasle, savant éclairé que j'eus l'honneur de visiter à Nancy, et dont l'accueil flatteur restera long-temps gravé dans ma mémoire. Ce savant me montra des produits de sa manufacture, qui avait été victime des évènemens politiques, et j'avoue que je n'avais rien vu de pareil jusque alors. Je plaignai sincèrement l'homme estimable, le citoyen dévoué et le manufacturier distingué qui avait engouffré sa fortune, ses soins, son expérience et ses talens pour contribuer à conquérir à sa patrie une industrie toute nationale. Je me plais à rendre ici ce témoignage public à M. de Dombasle, dont l'entreprise était digne d'un meilleur sort. Ce savant, très connu par des recherches curieuses de Physique, de Chimie, et par des travaux précieux sur l'économie rurale, a établi récemment

à Roville, près Nancy, département de la Meurthe, une ferme agricole consacrée aux perfectionnemens de l'industrie la plus utile. Tout homme ami de son pays doit faire des vœux sincères pour la prospérité de cette entreprise; et nous ne doutons pas qu'elle n'ait un plein succès, si celui-ci répond aux talens, au zèle et aux soins du directeur.

Je vis de plus, dans ce voyage, entre autres fabriques, celle de M. le comte Chaptal; celle de monseigneur le duc de Raguse, à Châtillon-sur-Seine; et enfin celle de M. Crespel-Dellisse, à Arras. De toutes ces fabriques, il n'y en avait pas une qui fût comparable à celle de M. Crespel, tant par l'intelligence des opérations de la fabrique que par la beauté des produits.

L'établissement de M. Crespel, entrepris à la suite des évènemens de 1815, est aujourd'hui dans un état de prospérité vraiment remarquable. C'est lui qui a donné l'élan à nos contrées du Nord, et c'est aux soins de ce digne citoyen que nous devons sans doute l'établissement du plus grand nombre de fabriques qui existent en France. Je dois à l'amitié de M. Crespel des renseignemens détaillés sur la fabrication du sucre de betteraves, et je m'empresserai de les publier dans le corps de cet ouvrage.

Il existe encore plusieurs autres fabriques que j'ai eu occasion de visiter depuis, ou dont j'ai entendu parler favorablement. Je citerai parmi ces dernières celle de M. Oudard, à Villeroter, près de Douay, qui continue d'employer le procédé décrit par Hermstaedt et Bonmatin. Il parait même que ce manufacturier se dévoue avec une grande libéralité à la propagation de son art, et ouvre sans discrétion ses ateliers aux personnes qui désirent suivre ses opérations et établir des manufactures pareilles

à la sienne. On ne peut trop encourager un semblable désintéressement, et louer les citoyens estimables auxquels nous le devons.

Parmi les premières, je citerai celle de mon ami Cafler à Dorignies, près de Douay, chez lequel j'ai été à même, à diverses reprises, de faire des expériences et des observations sur l'ensemble des travaux d'une fabrique de sucre de betteraves. Ce manufacturier a mis son usine à ma disposition avec une indiscrétion sans réserve, et a bien voulu me communiquer les résultats de ses nombreuses observations sur ses travaux, qui datent de 1819. Je dois ici rendre ce témoignage public au zèle de M. Cafler, d'autant plus que j'invoquerai souvent, dans cet ouvrage, le résultat d'expériences qui lui sont particulières, ou qui nous sont communes à lui et à moi. Je citerai de plus la fabrique de M. Bernard au château du Petit-Val, à Sussy, près Charenton, département de la Seine. Cette usine m'a paru très bien organisée et bien dirigée par M. Lenoir, qui nous a expliqué avec détails l'ensemble de ses opérations. J'ai vu dans cet établissement une grande masse de produits bruts, dont l'excellente qualité m'a attesté la bonté des méthodes qui y sont suivies.

Il n'existe pas aujourd'hui moins de cent sucreries indigènes en France, et le nombre toujours croissant de nouveaux établissemens qui se forment chaque année nous laisse espérer que notre agriculture fournira, avant peu, tout le sucre nécessaire à nos besoins. Quoiqu'il en soit, d'ailleurs, de cette présomption, l'expérience nous permet d'affirmer que l'agriculture française n'a pas aujourd'hui d'autre ressource, pour se relever, que de faire du sucre, et nous ne devons point douter que la nécessité, ce mobile puissant de l'industrie, ne fasse, pour la bet-

terave, ce qu'on ne pourrait sans doute point attendre de la bonté même et de la fécondité de cette nouvelle source de fortune.

Bien pénétré des grands avantages qui doivent résulter pour notre économie industrielle de l'acquisition d'un nouveau produit, plein de zèle pour sa propagation, j'ai entrepris la rédaction de l'ouvrage que je présente aujourd'hui au public. Il est le fruit de beaucoup de méditations et de recherches, et je crois qu'il renferme tout ce qu'il est utile de connaître pour bien préparer le sucre de betteraves.

Nous avions déjà, à la vérité, sur cette matière, plusieurs ouvrages qui se recommandent par leur mérite et par les noms célèbres de leurs auteurs. Tels sont les mémoires excellens de M. le comte Chaptal et de M. de Dombasle. Tout en rendant justice aux travaux de ces savans, je dois confesser que je ne les ai pas trouvés suffisans pour guider le manufacturier; et c'est dans cette persuasion que j'ai osé reprendre leur sujet après eux.

ART DE FABRIQUER

LE

SUCRE DE BETTERAVES.

PREMIÈRE PARTIE.

Culture de la betterave.

La betterave a été importée de l'Allemagne en France par M. Commerell. L'espèce qu'il introduisit fut la *disette*. Il en exalta considérablement les avantages pour la nourriture des bestiaux; il en recommanda vivement la culture, et la signala enfin comme un moyen d'effacer complètement toute crainte de disette. C'est pour cela que le nom de *disette* fut donné en France à la variété de betteraves introduite par M. Commerell. Cette culture s'introduisit dès-lors dans plusieurs de nos départemens pour la nourriture des bestiaux, et partout ailleurs on ne cultiva la betterave que comme plante potagère. Cette racine, cependant, peut être considérée comme une des meilleures nourritures que l'on

puisse donner aux animaux ; aussi la Belgique et la Flandre, si célèbres par leurs excellentes pratiques agricoles, se livrent-elles depuis longtemps, dans ce but, à la culture de cette plante. Dans ces contrées, on utilise non-seulement la racine comme nourriture, mais on tire encore un très grand parti pour le même objet des feuilles, que l'on arrache plusieurs fois pendant la durée de la végétation. On ne commence cette cueille que lorsque le plant a acquis une grande vigueur, et que les feuilles, larges et abondantes, commencent à ombrager fortement le sol. Alors on élague celles qui se trouvent sur les pourtours du collet, en respectant celles qui poussent vers l'axe de la racine. Cette manœuvre, qui commence au mois d'août ou commencement de septembre, se répète souvent trois ou quatre fois avant la récolte, qui s'effectue assez régulièrement dans le courant de novembre. Remarquons bien que les pratiques que j'indique ici sont uniquement applicables aux betteraves cultivées comme nourriture.

Tel était l'état de la culture de la betterave en France lorsqu'il fut question d'en extraire du sucre. On s'imagina qu'il suffisait d'avoir des racines pour en obtenir cette substance, et que l'espèce, le mode de culture, celui de conservation, la nature du terrain et des engrais, voire

même les procédés d'extraction, étaient sinon indifférens aux résultats, mais au moins d'assez peu d'importance pour pouvoir les négliger. Que résulta-t-il de cette extrême vivacité à interpréter une industrie nouvelle? Tous les inconvéniens dont nous avons été témoins : ces entrepreneurs inconsidérés ne firent pas de sucre, ils perdirent leur fortune, et enfin ils jetèrent par-là même du discrédit sur une branche d'industrie susceptible cependant de prospérer en de meilleures mains.

En effet, la culture de la betterave n'était pas aussi étrangère que l'on aurait pu se l'imaginer au succès de l'entreprise; car il paraît bien constaté aujourd'hui que toutes les espèces de racines ne conviennent pas également bien, que les divers terrains ne donnent pas non plus des qualités égales d'une même espèce, et que les climats influent même d'une manière remarquable sur la quantité et la qualité du sucre qui existe dans la betterave. Ainsi, il n'est pas étonnant que les premières usines qui se sont établies, utilisant pour la plupart les racines qui se trouvaient déjà dans le commerce, aient rencontré dans cette circonstance l'une des causes les plus puissantes qui aient concouru à leur ruine. La *disette*, comme je l'ai fait remarquer tout-à-l'heure, était la seule espèce cultivée à cette époque : ce fut

donc cette betterave qui alimenta les premières manufactures, et l'on a reconnu depuis qu'elle est la moins propre à la production du sucre, parce qu'elle vient généralement très grosse et très forte, et qu'elle convient mieux par-là même à la nourriture des bestiaux. Il y avait plus : les modes de culture eux-mêmes étaient de nature à produire de grosses racines. En effet, le fermier, qui vendait ses produits au poids, était intéressé à faire de pesantes récoltes, et il usait, pour obtenir ce résultat, de tous les moyens qui étaient en son pouvoir; il ne négligeait pas non plus son usage d'arracher les feuilles pour nourriture, et il récoltait, comme de coutume, vers le mois de novembre. Ces deux circonstances pouvaient encore contribuer puissamment à empêcher la formation du sucre ou à l'altérer.

Ce n'est pas que je veuille insinuer, par ces considérations sur la culture de la betterave à sucre, qu'il y ait des betteraves qui soient réellement impropres à la production du sucre, et qu'on ne puisse rien en tirer; cette pensée n'est point la mienne, et je suis au contraire bien convaincu que, dans l'état actuel de l'art, l'on peut, en modifiant les procédés d'extraction, obtenir du sucre de toutes espèces de betteraves, et de quelque terrain qu'elles proviennent. Cependant j'admets qu'il existe des différences très

grandes entre les valeurs vénales de diverses espèces de betteraves, et suivant leurs modes de culture, les sols et les chances agricoles. Ainsi, par exemple, moi manufacturier, je préférerai toujours, à prix égaux, des betteraves à chair dure à celles qui sont flasques et molles, parce que ce simple caractère physique me donne la certitude que l'une est plus riche en sucre que l'autre, et qu'elle sera d'une conservation plus facile. Ainsi encore je préférerai une petite betterave à une grosse, par les mêmes motifs. L'on conçoit donc qu'en cela les intérêts du manufacturier peuvent être en opposition avec ceux du cultivateur, et que si le manufacturier doit acheter ses racines à celui-ci, il ne devra pas établir le même prix pour les grosses que pour les petites, de manière à contre-balancer, pour l'agriculteur, l'intérêt qu'il aurait à récolter de grosses betteraves, si elles lui étaient payées comme des petites. Il n'en serait plus de même si le manufacturier était tout-à-la-fois agriculteur, parce que alors il n'y aurait plus deux intérêts à concilier, et toute la question se bornerait, dans ce cas, à produire sur une étendue de terrain donnée la plus grande quantité de sucre. Ainsi, comme il paraît certain que l'on obtient ce résultat par le produit le plus abondant en racines, c'est-à-dire en favorisant une forte végétation,

nous conclurons que le manufacturier-cultivateur devra chercher à obtenir les racines les plus fortes possible, parce que alors il aura tiré de son fonds le plus grand produit possible.

Telle était l'une des dissidences qui existait dans l'origine entre le fabricant de sucre et le cultivateur, et qui fut l'un des obstacles au succès du premier. En effet, l'on saura que le travail des grosses betteraves, qui sont toujours plus aqueuses, est beaucoup plus difficile que celui des petites. C'est surtout sous ce point de vue que je considère les échecs qu'ont pu porter aux premières manufactures les modes de culture productifs qui étaient alors usités. A cette époque surtout, où les procédés ne faisaient que de naître, on ne savait point les varier comme on le fait aujourd'hui, et les approprier aux diverses espèces de racines; de sorte que les seules différences d'une betterave plus aqueuse à une autre qui est plus riche, ont pu seules retarder de beaucoup les progrès de l'art.

Nous allons maintenant traiter successivement de tous les soins qu'exige la culture de la betterave. Ce sera l'objet des chapitres suivans.

CHAPITRE PREMIER.

Des diverses espèces de betteraves, et de leur choix.

La betterave appartient au genre *beta* de la pentandrie-digynie de Linnée; c'est une variété de la *beta vulgaris*, deuxième section *beta ravia* (*petroz*). Linnée reconnaît cinq variétés de *beta vulgaris*, qui sont :

1° *Beta vulgaris rubra.*
2° — — *major.*
3° — — *rubra radice rapæ.*
4° — — *lutea major.*
5° — — *pallide virens major.*

Le nombre des variétés de la *beta vulgaris* est sans doute plus considérable, car il peut tous les jours s'en créer de nouvelles; et chaque variété peut avoir aussi un grand nombre de sous-variétés, par suite de changemens qui se produisent dans l'acte même de la végétation.

La betterave est une plante bisannuelle à racine pivotante, piriforme ou fusiforme. La première année de végétation est consacrée au dé-

veloppement de la racine : alors elle ne présente au-dehors du sol que des feuilles larges et abondantes qui l'ombragent ; et la deuxième année elle fournit une tige haute qui fleurit et donne de la graine. Il arrive cependant quelquefois que quelques racines montent en graine pendant la première année de végétation.

Voici un aperçu des variétés et sous-variétés connues ou cultivées en France, qui a été consigné par M. Payen dans le Dictionnaire technologique. C'est la note la plus complète que je connaisse sur ce sujet (1).

« *Première variété*. Disette (*beta silvestris*), betterave champêtre, blanche intérieurement et extérieurement, pétioles blancs.

» *Sous-variété*. Rose extérieurement, et présentant à l'intérieur (si on la coupe perpendiculairement à son axe) des cercles concentriques roses et blancs.

» *Deuxième variété*. Betterave blanche de Silésie (*beta alba*), arrondie, piriforme, pétioles blancs, chair blanche et d'une contexture ferme.

---

(1) M. Payen tient ces documens de M. Vilmorin-Andrieux : il ne pouvait puiser à meilleure source. Je voulais consulter ce célèbre agronome sur le sujet qui nous occupe, lorsque j'appris que les notes de M. Payen avaient été rédigées d'après les instructions de M. Vilmorin.

C'est la variété qui a été recommandée par Achard comme la meilleure et la plus productive.

» *Sous-variété*. Pétioles veinés de rose, à cercles concentriques roses et blancs dans l'intérieur de la racine.

» *Troisième variété*. Betterave blanche, longue et fusiforme, à chair blanche. Elle ressemble aux racines de chicorée par sa longueur et sa forme. C'est elle qui est connue dans quelques-uns de nos départemens sous le nom de *corne de bœuf*. On ne la cultive pas, parce qu'elle exige une terre trop profonde. Il paraît, d'ailleurs, qu'elle rend peu de sucre.

» *Quatrième variété*. Betterave rouge (*rubra romana*), oblongue, bien conformée, pétioles des feuilles rouges. On ne la cultive plus guère que pour la table, ainsi que ses sous-variétés.

» *Première sous-variété*. Jaune, pétioles des feuilles jaunes.

» *Deuxième sous-variété*. Petite, rouge, fusiforme, pétioles et chair rouges, très foncés et mêlés de jaune.

» *Troisième sous-variété*. Petite, rouge, ronde comme le navet (*toupie*), précoce (de douze à quinze jours); se cultive dans les jardins. On la fait cuire pour la manger en salade.

» *Cinquième variété*. Betterave jaune (*lutea major*), piriforme, alongée, d'une moyenne

grosseur, chair jaune, pétioles des feuilles jaunes-verdâtres.

» *Première sous-variété*. Rouge, à pétioles rouges. Elle est toujours mêlée à la précédente, quoique la graine semée ne provienne que de jaunes. Sur quatre graines de cellules agglomérées en un seul et même grain, il en vient quelquefois trois jaunes et une rouge.

» *Deuxième sous-variété*. Petite, jaune, fusiforme, semblable à la carotte, à pétioles jaunes; elle n'est pas cultivée.

» *Troisième sous-variété*. Jaune extérieurement et blanche intérieurement, piriforme, arrondie, pétioles blancs. »

Il est convenable d'ajouter à cette énumération une sous-variété de la deuxième variété, qui est rose, piriforme, à chair blanche, quelquefois un peu rosée, avec pétioles blancs.

On s'accorde généralement à donner la préférence à la deuxième variété (*beta alba*) pour la fabrication du sucre. Cette variété, en effet, donne toujours une petite racine dont la chair est ferme, difficile à râper, peu aqueuse, et par conséquent peu généreuse en jus; mais aussi, d'un autre côté, ce jus est-il toujours plus dense, toutes circonstances agricoles étant d'ailleurs les mêmes, et par conséquent plus riche en sucre. Elle est aussi d'un travail et d'une conservation

plus faciles ; et nous verrons plus loin pourquoi sa dimension, sa richesse saccharine et la fermeté de sa chair, sont les causes de ces deux avantages.

Après cette variété qui a, je ne dirai pas incontestablement, mais bien généralement la préférence, les opinions varient sur l'ordre qu'occupent toutes les autres quant à leur richesse saccharine et aux divers avantages qu'elles peuvent présenter dans la fabrication. Ainsi, quelques fabricans placent après la betterave blanche deuxième variété, la jaune cinquième variété, qui est la betterave de Castelnaudary ; d'autres préfèrent la quatrième sous-variété de la cinquième variété, qui est à chair blanche, peau jaune, piriforme et pétioles blancs. D'autres, enfin, donnent la supériorité à la betterave à peau rose et chair blanche que j'ai signalée comme une sous-variété de la *beta alba*.

Toutes ces discordances sur la valeur vénale des diverses variétés de betteraves entre les opinions des cultivateurs placés dans des départemens différens, ne me semblent point étonnantes. Elles trouveraient une explication satisfaisante dans la nature différente des terrains et des climats, si l'exposition du sol et les chances météoriques et agricoles ne venaient point encore aider à rendre ces discordances naturelles et nécessaires.

Il me semble donc qu'il serait impossible d'établir une hiérarchie de richesse saccharine parmi les betteraves, qui soit applicable à toutes les localités, à tous les climats, à tous les terrains et à toutes les années. L'on ne peut donner à ce sujet que des généralités fournies par l'expérience des ateliers ou par des expériences directes, faites dans le laboratoire, sur la quantité de sucre contenu dans toutes les variétés de betteraves cultivées dans divers terrains.

M. Payen, qui s'est beaucoup occupé de betterave, a eu l'heureuse idée de travailler ce dernier problème. Il fallait ici créer le moyen d'analyse, c'est-à-dire trouver une méthode qui permît de constater sûrement la quantité de matière cristallisable contenue dans la betterave; et il paraît que M. Payen a obtenu ce résultat. Il a appliqué ce procédé à un grand nombre d'expériences, et il paraît résulter de ses travaux, inédits au moment où j'écris, que la richesse saccharine des diverses racines pourrait être énumérée dans l'ordre suivant :

1° La 2me variété ou *beta alba*.
2° La 5me — ou jaune de Castelnaudary.
3° La blanche à peau rose, s.-var. de la 2me.
4° La panachée.
5° La rouge, rouge, 4me variété.

6° La sous-variété de la disette.

7° La disette, 1re variété.

Au demeurant, je le répete, cet ordre ne peut être considéré que comme une généralité, que la variété des climats et des sols, et la mobilité des chances agricoles, pourront modifier souvent.

Il est possible encore de poser quelques règles générales sur le choix des racines. Ainsi l'on peut dire qu'une petite racine, à quelque variété qu'elle appartienne, arrivée à maturité, est toujours préférable pour un fabricant de sucre à une racine plus grosse, et cela par plusieurs raisons. 1°. Parce qu'elle sera constamment plus riche en sucre ; 2°. qu'elle sera par conséquent moins aqueuse ; 3°. qu'elle se conservera plus facilement ; 4°. et qu'enfin, elle présentera toujours moins de difficultés dans le travail. Cette circonstance est la cause de la dissidence qui existe entre les intérêts du cultivateur et du manufacturier, ainsi que je l'ai fait observer dans mes Considérations générales sur la culture de la betterave.

N'est-ce pas aussi pour cette raison que la deuxième variété, la betterave blanche, paraît se concilier généralement la préférence des fabricans? Cette racine est en effet constamment petite. N'est-ce pas encore pour cette raison que la

troisième variété, qui donne toujours des racines très petites, paraît venir ensuite occuper le premier rang? et si l'on observe la hiérarchie que j'ai présentée ci-dessus, conformément aux expériences de M. Payen, lesquelles expériences s'accordent assez avec l'opinion d'un grand nombre de manufacturiers, l'on remarquera que les variétés sont à peu près énumérées dans l'ordre de leurs dimensions, et que la disette, qui est la plus forte espèce, occupe le dernier rang.

Ces observations sont très importantes à présenter dans l'intérêt de la production. En effet, dans le laboratoire ou l'atelier, l'on peut bien assigner à telle racine une supériorité sur telle autre, en comparant son produit sucré à son poids; mais si l'on étend la comparaison de ce produit sucré à la surface de terrain qui a fourni la racine, on pourra bien arriver à des conclusions différentes. Ainsi l'on sait que, toutes choses égales d'ailleurs, les plus grosses racines sont constamment un plus grand produit du sol en poids que les petites; et si l'on reconnaissait, par exemple, par expérience que les grosses racines donnassent un poids double des petites, et que les petites donnassent un produit en sucre qui fût double de celui des grosses, on en conclurait dans ce cas, pour la question économique de fabrication, que les petites sont supérieures

par cela même que, pour donner une quantité de sucre connue, elles n'exigeraient qu'une vaporisation d'eau égale à la moitié de celle des grosses, et par conséquent une grande économie de temps et de main-d'œuvre. Mais il n'en est pas ainsi, et je suis bien convaincu qu'une terre cultivée en grosses racines donne un plus grand produit en sucre. La question dès-lors change de face, et l'économie de la production signale la culture des grosses racines.

Je pense donc qu'il n'existe point de mauvaises betteraves, mais bien de mauvais procédés, et qu'en variant ces procédés avec les fruits différens qui sont l'objet des travaux, l'on obtiendrait constamment de bons résultats. L'opinion que je professe ici ne m'appartient pas exclusivement, et je la partage avec un manufacturier distingué, M. Crespel d'Arras, chez lequel cette opinion est consolidée par une longue expérience et des observations bien faites. J'exposerai plus loin les nuances que l'on doit apporter dans les procédés, selon que l'on opère sur des jus aqueux ou sur des jus riches.

Si l'on n'était pas bien familier avec les procédés de fabrication et de conservation les plus perfectionnés pour travailler avec un égal succès le jus de betteraves riches, c'est-à-dire des petites, et le jus des betteraves aqueuses, c'est-à-dire des grosses, l'on pourra sans inconvénient donner

provisoirement la préférence aux petites espèces, ou au moins adopter des modes de culture qui ne poussent pas trop les racines en chair. Ainsi l'on pourrait continuer à préférer la deuxième et la cinquième variété ; ou bien si l'on voulait cultiver les autres variétés ou espèces, l'on pourrait maîtriser leur végétation nerveuse en les rapprochant davantage dans les semailles.

J'indiquerai plus loin, en parlant des différens modes de conservation des racines, un moyen qui me paraîtrait susceptible de permettre de travailler aussi facilement de grosses racines que des petites ; je suis au moins certain que ce moyen permettrait de conserver les grosses racines aussi bien que l'on conserve les petites par les moyens connus.

Pour évaluer la valeur des betteraves par les caractères physiques, comme on aurait surtout un besoin indispensable de le faire si l'on devait les acheter au cultivateur, cela est assez difficile ; et il faut avoir quelque expérience pour le faire avec succès. L'on peut, pour se diriger dans cette recherche, tenir d'abord compte de la dimension, comme je viens de le dire, et prononcer à coup sûr que dans un même champ occupé par une même variété, et à une même époque, la racine la plus petite sera toujours la plus riche en sucre. On peut encore, en la goûtant avec attention, recon-

naître cette différence d'une manière très sensible. Le tact peut aussi guider l'observateur ; en effet, l'on a remarqué que les racines qui sont fermes au toucher sont plus riches que celles qui sont flasques et molles ; ce caractère se reconnaît mieux encore en coupant la racine ; celle qui est dure ne plie pas sous le couteau, elle craque, et se brise tandis que l'autre plie, et ne fait pas entendre de bruit. Après ces divers moyens, l'aréomètre est l'instrument le plus commode et le plus simple pour reconnaître la richesse des racines ; il suffit pour cela d'en râper à la main 500 grammes environ, d'en exprimer le jus, en les pressant dans un linge, puis de le peser : le jus qui donnera le plus de degrés à l'aréomètre sera toujours le plus généreux en sucre. J'indiquerai, à la fin de cet ouvrage, des moyens plus certains à employer pour déterminer chimiquement la valeur saccharine des betteraves.

Avant de terminer ce chapitre, je dois citer des observations que j'ai faites sur l'influence qu'exercent le temps et le terrain sur la qualité d'une même racine. J'ai observé l'année dernière, chez mon ami Cafler, que les racines à peau jaune et à chair blanche donnent un jus moins dense, et partant moins de sucre que les betteraves à peau rose et à chair blanche : l'observation contraire avait été faite l'année précédente par Cafler.

J'ai observé encore l'année dernière que les betteraves à peau jaune et chair blanche, cultivées à Mont-Rouge près Paris, étaient plus riches en matière sucrée que la même espèce cultivée dans le département du Nord.

Il se produit dans la végétation des altérations de variétés qui exigent un grand soin dans le choix des graines. C'est aux altérations des pétioles et des collets que l'on reconnaît ces changemens. On conserve de préférence pour semenceaux les racines qui ne présentent pas ce caractère d'altération, et qui présentent la végétation la plus nerveuse. On doit repiquer les semenceaux à deux pieds et demi ou trois pieds de distance les uns des autres en tous sens. Quand les graines sont mûres, on coupe les tiges, et l'on récolte la semence à la main. Cette semence est ensuite étendue sur des toiles au grand air, puis au soleil pour en achever la dessiccation. Sans cette précaution la graine est tellement sujette à s'échauffer, qu'elle s'altérerait infailliblement dans les greniers.

On estime que vingt racines peuvent rendre, terme moyen, un boisseau de graine.

C'est faussement que l'on a annoncé la disparition complète du sucre dans les racines qui ont fourni de la graine. Ces racines contiennent le plus souvent autant de sucre qu'elles en donnent la première année de leur végétation.

CHAPITRE II.

Du choix des terrains.

Toutes les terres ne conviennent pas également bien à la culture de la betterave. Cette racine, en effet, étant destinée par sa conformation à pivoter dans le sol, aime les terres profondes, qui ne sont pas d'une nature trop compacte; alors elle pénètre facilement, et son chevelu trouve sans difficulté les nourritures qui doivent la faire prospérer.

La situation du terrain n'est pas non plus indifférente : dans les sols élevés, la betterave vient avec difficulté pendant les années sèches; alors elle se travaille avec facilité, et donne proportionnellement à son poids une quantité de sucre plus considérable; mais comme la récolte, dans ce cas, est très faible, il en résulte que le produit du sol en sucre n'est aussi que très faible. Dans ces mêmes sols élevés les récoltes sont, au contraire, très abondantes dans les années pluvieuses; et quoique alors la betterave soit moins riche, le produit en sucre est toujours bien plus

considérable que dans les années chaudes et sèches. Dans les sols bas, humides et marécageux, le contraire arrive; c'est-à-dire que dans les années pluvieuses les récoltes sont noyées, et la betterave, contenant alors une grande quantité d'eau, présente tant de difficultés dans le travail, qu'on n'en obtient à grands frais que peu de sucre; tandis que dans les années chaudes et sèches les récoltes sont excellentes, parce que alors le fond humide du terrain tempère l'ardeur du soleil, qui tendrait à paralyser la végétation. Pour avoir des récoltes moyennes, il convient donc d'avoir des terrains placés dans des positions mixtes, c'est-à-dire qui ne soient ni trop élevés ni trop bas. Ces situations de terrains sont celles qui conviennent le mieux; mais, les marais exceptés, tous les sols profonds du territoire français peuvent servir, avec succès, à la culture de la betterave. On a remarqué cependant que les terrains sont d'autant meilleurs pour cette culture qu'ils sont placés dans une latitude plus nord. Ainsi, il paraît bien constaté que le nord de la France, abstraction faite de la qualité meilleure de son sol, convient mieux à la betterave à sucre que le midi. Ainsi, en Allemagne, en Prusse, en Silésie, où la fabrication a pris naissance, la betterave est plus généreuse, en général, en matière sucrée que

dans nos climats. Ainsi encore je suis fortement porté à croire que la Russie est appelée à devenir la terre privilégiée de la fabrication du sucre de betterave.

Ces assertions ne sont rien moins que conjecturales, et elles sont appuyées sur des faits plus ou moins connus. En effet, nul doute que la qualité des betteraves sur lesquelles Achard a opéré n'ait influé beaucoup sur les succès de ses travaux; car la quantité des produits qu'il a obtenus dès ses premières expériences représente le maximum de ce qué l'on a obtenu en France dans les circonstances les plus favorables et avec les meilleurs procédés; et cela, disons-le, sans l'emploi du charbon animal, tandis que chez nous il ne paraît pas que beaucoup de fabriques puissent se passer impunément de cet agent.

Les relations que j'ai eues l'an dernier à Paris avec plusieurs Russes de distinction, parmi lesquels je citerai MM. le prince Gagarin, le lieutenant-colonel de Neidhart et M. Poltoroskow, m'ont convaincu que la fabrication du sucre de betteraves convenait éminemment à la Russie, et que son sol et son climat étaient très propres à la production et à la maturation de la betterave à sucre. En effet, M. de Neidhart, particulièrement, m'a donné la certitude que des fabriques de sucre de betteraves existaient et prospéraient

dans les environs de Moscow depuis 1809, et que l'on y fabriquait du sucre de betteraves assez beau avec de très mauvaises machines, de mauvais procédés, et sans employer le charbon animal. Ce seigneur était venu en France uniquement pour recueillir les notions les plus nouvelles sur cette branche d'industrie, et les reporter dans sa patrie pour y établir dans sa propriété une manufacture-modèle. Il voulut bien me charger des plans et devis de sa manufacture, de même que de la rédaction d'une instruction sur l'ensemble des opérations; et je fis à cette occasion une foule de remarques que je me propose de consigner dans la suite de cet ouvrage.

Il faut donc, je le répète, d'après l'exposé de ces faits, que les climats du nord conviennent mieux à la production du sucre dans la betterave que ceux du midi. On doit se rappeler en effet que, dès l'origine de la fabrication en France, il s'établit des manufactures dans le midi qui crurent trouver sous un ciel plus brûlant plus de chances de succès. Eh bien! de ces manufactures il n'en a pas survécu une seule, tandis que le nord et l'intérieur de la France en comptent aujourd'hui un très grand nombre.

Toutes les personnes à qui j'exposai ces faits et les conséquences que j'en tirai, me manifestèrent toutes leur étonnement, et les considèrent comme

incroyables en même temps qu'inexplicables. Cet étonnement trouve sa cause dans un rapport trop direct que l'esprit établit involontairement entre la production du sucre dans les cannes et nos fruits sous l'influence solaire, et celui de la betterave et de quelques autres racines dans le sein de la terre. Pour peu que l'on réfléchisse sur ces deux modes de formation d'une même substance, on ne trouvera entre eux aucune analogie. En effet, dans la canne toute la partie du végétal qui sert à élaborer le sucre se trouve au-dehors du sol, et exige le contact direct des rayons solaires pour produire cette élaboration, que la structure même du végétal favorise. Dans la betterave, au contraire, c'est la racine, c'est la partie qui est ou doit être recouverte par le sol qui contient le sucre; et cette partie du végétal n'est nullement destinée à recevoir les rayons directs du soleil, puisque même lorsqu'elle pousse en partie dehors du sol, elle est encore ombragée par les feuilles. Ces deux modes de formation me paraissent tout-à-fait distincts l'un de l'autre et nullement comparables; il n'est donc pas étonnant que la betterave produise dans les climats du nord le même sucre que la canne produit sous le ciel brûlant des tropiques.

La betterave, j'en conviens, a besoin de l'influence du soleil comme tous les végétaux; mais

sa qualité sucrée n'y est soumise que d'une manière indirecte. Ainsi, par exemple, elle exige trois, quatre ou même cinq mois de végétation, et après ce laps de temps, c'est-à-dire vers le mois de septembre, elle cesse de croître et achève alors sa maturation, qui se trouve effectuée convenablement en moins d'un mois, quand le temps est favorable, c'est-à-dire sec et chaud. Cette sécheresse et cette chaleur acquise au sol par le soleil, rendent la betterave moins aqueuse, et ne déterminent pas autrement la plus grande richesse des racines cultivées par un temps convenable. Dès-lors l'on peut concevoir facilement comment le sol de la Russie peut offrir les circonstances les plus favorables aux succès de la betterave. Dans ce pays l'on peut faire les semailles vers les mois d'avril et mai, époque où les gelées ont cessé, et où le temps devient favorable à la culture; ainsi les betteraves végètent pendant les mois de juin, juillet et août; et à cette époque les chaleurs ardentes qui succèdent à un temps comparable à celui de nos beaux printemps, sont très propres à achever la maturation des racines, et à les rendre très propres à la production du sucre. Ce que je dis ici du climat de la Russie arrive plus ou moins pour les latitudes nord, comprises entre celle de la Russie et celle de la France. Il y a plus, c'est

que si les chaleurs ont peu de durée dans les latitudes nord, elles sont proportionnellement plus ardentes, et agissent avec bien plus d'intensité sur un sol plus noir, où les rayons solaires pénétrant plus abondamment vont se faire sentir avec plus d'énergie.

Il n'est pas étonnant d'ailleurs que des personnes étrangères aux sciences naturelles se trompent sur l'influence que peuvent avoir le climat et le soleil sur le développement du sucre dans la betterave, lorsque Achard lui-même paraît avoir mal interprété cette influence. Ce savant, en effet, donne, entre autres raisons qui l'ont déterminé à préférer la betterave blanche à toute autre variété, la texture même de ses feuilles qui, petites et peu touffues, favorisent mieux le contact des rayons solaires sur la racine, lesquels, dit-il, influent beaucoup sur les proportions de sucre développées. Je ne chercherai pas maintenant à démontrer l'inexactitude de cette présomption, et je crois l'avoir fait suffisamment dans les considérations qui précèdent.

Au reste, l'on peut juger par ces explications que parmi les influences que possèdent les terrains sur les qualités des betteraves, leur position n'est point la circonstance la moins intéressante à prendre en considération. Et l'on peut conclure de cette influence remarquable que, toutes choses égales

d'ailleurs, une manufacture trouvera d'autant plus de chances de succès qu'elle sera établie dans une latitude plus au nord de l'Europe.

Un manufacturier de Lille m'a assuré qu'ayant un jour cultivé des betteraves dans les fossés de la ville, dans un terrain tellement profond qu'il ne recevait jamais les rayons du soleil d'une manière directe; il m'a assuré, dis-je, qu'il n'avait pu retirer de ces betteraves aucun atome de sucre, et qu'au contraire le nitrate de potasse ou salpêtre s'y trouvait en quantité considérable. Je ne puis garantir l'exactitude de ce fait, quoique je sois fortement porté à y ajouter foi (1). D'autres faits, d'ailleurs, paraissent attester que le nitrate de potasse se forme souvent en grande quantité dans la betterave; et il serait curieux de rechercher toutes les circonstances qui favorisent cette formation.

Les sols argileux et profonds où la silice domine, sont très favorables au développement de la betterave; les terres crayeuses lui conviennent beaucoup moins, parce que celles-ci sont en général peu profondes, et qu'elles gênent par là

(1) M. Barruel, entre autres, m'a dit n'avoir obtenu que des cristaux de nitrate de potasse de betteraves cultivées dans un terrain dont le sol rapporté avait été mélangé de plâtras. M. Payen a publié une observation analogue dans le Dictionnaire technologique.

même le développement de la racine. Ainsi je ne pense pas qu'elle puisse de long-temps prospérer dans les plaines crayeuses de la Champagne.

Les terrains sablonneux des bords de la mer, comme ceux de Boulogne, de Calais, Dunkerque, etc., où les légumes viennent merveilleusement, seraient, je pense, également très propres à la culture de la betterave à sucre, quoique l'on ait souvent émis des préventions contre ces sortes de terrains.

Dans tous les cas, il est convenable que les terres que l'on veut exploiter en betteraves aient au moins une profondeur de huit à dix pouces de terre arable. On peut juger par là que toutes les terres de notre France ne peuvent pas être affectées à cette destination.

CHAPITRE III.

De la Préparation des terres.

L'IMPORTANCE des labours, des hersages, des roulages, et de tous les moyens amendans en agriculture, est aujourd'hui bien reconnue; et l'on sait qu'ils jouent un rôle qui n'est pas moins productif que celui des engrais. Toutes les plantes

n'exigent pas à un même dégré l'emploi des amendemens, et il est à remarquer que celles qui l'exigent le moins sont considérées comme plantes épuisantes; tandis que celles qui peuvent le moins se passer d'amendemens, sont considérées comme améliorantes. La betterave est du nombre de ces dernières, et l'un des grands avantages qu'elle promet à l'agriculture, est non-seulement d'exiger des labours profonds et la division du sol la plus parfaite, mais encore d'avoir un mode de végétation et un mode de récolte, qui contribuent à amender merveilleusement le sol. Ainsi l'on peut concevoir quel avantage pourra produire sous ce rapport dans l'économie rurale une plante de ce genre.

La betterave exigeant un sol amendé par des labours profonds et bien divisés, l'on conçoit que la préparation de ce sol doit varier avec les récoltes qui précèdent. Les modes d'assolemens peuvent varier aussi avec les contrées.

M. Mathieu de Dombasle recommande un assolement de quatre ans, qu'il dit lui avoir réussi; le voici :

1re année . . . Blé fumé;
2me . . . . Betterave;
3me . . . . Orge, ou Avoine avec Trèfle;
4me . . . . Trèfle.

Cet assolement doit, je le pense, convenir très bien aux départemens de la Meurthe et de la Moselle; mais si je ne crois pas qu'il soit convenable, comme le dit M. de Dombasle de fumer pour le blé, pour ne rien donner à la betterave; car il faudrait alors donner une bonne fumure, et l'on sait quel en serait l'inconvénient pour la récolte de froment, qui pousse alors beaucoup en paille, et se trouve très sujet à verser. Je ne vois pas d'ailleurs pourquoi, dans cet assolement quadriennal, on ne commencerait pas la rotation par une avoine fortement fumée, ce qui ne présenterait plus l'inconvénient du blé; et l'on aurait ainsi :

1re année ..... Avoine fumée;
2me .... Betterave;
3me .... Froment avec Trèfle;
4me .... Trèfle.

De cette manière l'on pourrait ne donner la forte fumure avec succès pour les betteraves que tous les quatre ans, et fumer légèrement pour les autres récoltes, quand on le jugerait convenable. Il y a un inconvénient que je dois signaler dans cette rotation, de même que dans celles de M. de Dombasle; c'est dans la succession d'une semaille d'hiver à la récolte de la betterave. Celle-ci se récolte généralement en octobre, et si le quart

des cultures lui est consacré, et qu'il faille lui faire succéder du froment d'hiver, il peut arriver très souvent que l'on n'ait point le temps suffisant avant les gelées de préparer les terres, et d'ensemencer; de sorte qu'alors il faut employer une portion plus ou moins grande du terrain consacré au froment d'hiver, aux céréales de mars, et l'on sait quelle différence se trouve alors dans les résultats spéculatifs.

Au reste, dans les deux assolemens que je viens d'indiquer, la betterave succédant aux céréales a besoin d'une préparation complète; c'est-à-dire de deux ou trois labours, hersage et roulage. Le premier labour doit être profond, c'est un défoncement; et le second, lorsqu'on ne peut en donner que deux, s'exécute avant les semailles avec la charrue sans avant-train. Dans la Flandre, où l'on donne presque toujours trois labours, on en donne deux avant l'hiver, et on les exécute avec le binot, espèce de cultivateur à deux versoirs avec lequel on trace d'abord, pour le premier labour, des raies qui forment des buttes assez élevées et espacées; puis au second labour on retaille le milieu de ces buttes, et la terre se trouve ainsi bien aérée et retournée : quelquefois encore avec le même instrument on trace des raies en croix. Le dernier labour se donne toujours à la fin de l'hiver ou au commencement du

printemps, et doit être suivi de deux hersages au moins, et d'un roulage qui achève d'aplanir le terrain. Souvent même chaque labour est suivi d'un hersage et d'un roulage.

Dans les contrées où l'on voudrait alterner la culture de la betterave avec les céréales et les graines oléagineuses, voici un assolement de cinq ans que j'ai vu pratiquer avec succès dans le nord.

1re année... Avoine, Orge ou Seigle fumés;
2me .... Betteraves;
3me .... Blé avec Trèfle;
4me .... Trèfle;
5me .... Colzat ou ressources (1), Œillette ou Cameline fumées.

Dans cet assolement, la betterave succédant encore aux céréales, exige une préparation du sol pareille à celle que nous venons d'indiquer pour les assolemens quadriennaux.

M. Cafler, qui a pratiqué cet assolement, a maintenant renoncé à la culture des graines oléagineuses, parce que le vil prix auquel elles se

---

(1) Dans le nord, on considère souvent l'œillette et la cameline comme ressource. Ainsi, lorsque le colzat pris par la gelée manque, on sème à sa place de l'œillette en mars; et si celle-ci ne germe point, on a encore la ressource de la remplacer, en avril ou mai, par la cameline.

trouvent dans le commerce ne lui laisse plus de bénéfice convenable, de même qu'à tous les cultivateurs des départemens du Nord et du Pas-de-Calais. Et il a adopté depuis l'assolement triennal suivant :

1re année .... Avoine fumée ;
2me .... Betteraves ;
3me .... Froment.

Dans cette rotation il ne donne la forte fumure que tous les trois ans, et sur l'avoine. Il m'a assuré que la quantité de fumier qu'il portait ainsi tous les trois ans sur un hectare de terre s'élevait à 40 ou 50 voitures de deux chevaux, qu'il estimait lui coûter 6 francs la voiture rendue et distribuée sur place, ce qui ferait de 240 à 300 francs de dépense en engrais tous les trois ans, ou 80 à 100 francs par an.

Quelquefois encore, ce même cultivateur et fabricant de sucre indigène alterne les betteraves avec le froment.

Je ne doute pas qu'une récolte de betteraves ne vienne supérieurement après une de pommes de terre ; ainsi, dans une exploitation où l'on aurait l'emploi d'une quantité suffisante de ces tubercules, il est plus que probable que l'on trouverait un grand avantage à faire entrer la betterave en assolement avec eux. A cet effet,

voici un assolement de trois ans du succès duquel on peut être certain :

1^er^ année ... Pommes de terres fumées;
2^me^ .... Betteraves;
3^me^ .... Froment.

On pourrait encore, dans une exploitation où l'on n'aurait pas l'emploi d'une aussi grande quantité de pommes de terre, adopter cet assolement, en partageant la première année entre ces tubercules et l'avoine.

M. Crespel d'Arras m'a assuré avoir cultivé la betterave dans un même terrain pendant huit années consécutives, et d'en avoir obtenu constamment de bonnes récoltes. Voilà donc un exemple qui prouve que si la terre se plaît aux cultures variées, elle peut cependant, entre des mains intelligentes, produire pendant un grand nombre d'années un même fruit.

Il y a dans la succession continuelle de la betterave dans une même terre une grande économie de labour, parce que le sol se trouvant alors toujours bien défoncé et ameubli par cette plante pivotante, n'exige plus qu'un seul labour après la récolte, et quelques hersages avant les semailles. On trouve encore un avantage de ce genre dans la succession de la betterave à la pomme de terre.

M. Morel de Vindé, aujourd'hui membre de l'académie des sciences, a publié en 1823, dans les *Annales d'Agriculture*, un appendice aux observations pratiques qu'il avait données précédemment sur la théorie des assolemens. Cet agronome distingué, qui recherchait depuis de longues années les moyens les plus efficaces de faire disparaître l'improductive et pernicieuse jachère, avait prévu qu'on ne pourrait obtenir ce résultat qu'à l'aide de l'intercalation d'une plante sarclée, et il avait ainsi posé le problème, dont la solution devait amener ce résultat : *Trouver pour chaque localité une plante non épuisante; dont les produits aient un emploi ou débit certain, et dont la culture exige dans le cours de l'année trois binages, sarclages ou butages.* Dans l'appendice sus-mentionné, M. Morel de Vindé annonce enfin la solution de ce problème, et la betterave est la plante sarclée qu'il propose comme propre à y satisfaire. L'opinion d'un homme aussi éclairé méritait d'être invoquée dans cet ouvrage; et j'engagerai les personnes que cette question intéresse, à lire l'appendice même de M. Morel de Vindé.

CHAPITRE IV.

Des Engrais.

Les engrais ayant pour but d'activer et de déterminer une plus belle végétation, doivent contribuer assez généralement à rendre les racines plus grosses ; l'on sait que ces racines étant alors ordinairement un peu plus aqueuses, sont plus difficiles à travailler. De là l'opinion professée et accréditée par beaucoup de manufacturiers, que la betterave à sucre redoutait les engrais. Cette assertion est tout-à-fait contradictoire avec tous les principes d'économie rurale, et n'est point même de nature à subir ici une discussion rigoureuse. Aussi tous les moyens propres à forcer la production étant favorables à l'agriculture, sont également applicables à la betterave, et les engrais sont éminemment dans ce cas.

Tous les engrais n'agissent cependant pas également sur la betterave, et il ne sera pas inutile de signaler ici ces divers modes d'action.

Les fumiers de cour, qui sont en général des mélanges de fumiers de chevaux, de vaches et

de moutons, sont très convenables pour la végétation de la betterave, et doivent être transportés autant que possible, comme on le fait généralement, avant l'hiver, et distribués entre deux labours, ou avant le labour, quand on n'en donne qu'un, afin de les retourner et de les enfouir dans le sol. On ne peut guère s'exposer à employer ces engrais en trop grande quantité; car outre que cette prodigalité n'aurait aucun inconvénient pour la végétation, on peut affirmer que nulle part on n'en emploie une quantité suffisante. Les engrais pailleux agissent d'ailleurs sur la végétation pendant plusieurs années consécutives.

Il n'en est pas de même des engrais animaux, tels que l'engrais flamand, qui est un mélange d'excrémens solides et liquides. Ceux-ci sont extrêmement putrescibles, comme toutes les matières animales auxquelles ils appartiennent, et subissent une prompte décomposition qui rend leur action presque simultanée. Aussi dans le nord, où l'on fait un grand usage de ces engrais, les administre-t-on toujours à l'époque des semailles, ou même pendant la végétation.

Ces sortes d'engrais exercent une action remarquable sur la végétation de la betterave; elles la rendent très active, en conservant de l'humidité au terrain; les racines grossissent beaucoup

et sont toujours plus aqueuses, les feuilles prennent une couleur verte plus foncée et sont plus abondantes et plus larges; tout annonce enfin une végétation plus vigoureuse que par tout autre engrais. La maturation du fruit paraît aussi retardée, car les feuilles se déssèchent et tombent beaucoup plus tard, de sorte qu'il ne serait peut-être convenable de porter cet engrais flamand que sur des graines semées et germées de bonne heure, et qui aient par là même le temps d'accomplir une longue végétation, tandis qu'il faudrait le proscrire des plants dont la germination contrariée serait retardée jusqu'aux mois de mai et juin.

L'engrais flamand a souvent été signalé comme redoutable pour la betterave, tandis qu'il peut être au contraire très utile, en étant appliqué avec connaissance de cause et discernement. Il en est de même du parcage des troupeaux, qui est aussi un engrais très énergique et très propre à favoriser la végétation de la betterave.

Le charbon animal et les écumes que l'on retire en assez grande quantité pendant toute la durée du travail du sucre brut, devront être portés de préférence sur les terres froides et paresseuses. Car cet engrais a la propriété de réchauffer beaucoup le terrain : cette action tient particulièrement à la couleur noire du charbon qui absorbe

les rayons lumineux et les approprie au sol. En effet, j'ai vu des cultivateurs répudier cet engrais précieux en lui attribuant la propriété de brûler leurs semailles; il est probable que, dans l'application qu'ils en avaient faite, ils n'avaient nullement raisonné leur opération; car je sais que maintenant cet engrais est recherché par les cultivateurs intelligens. J'ai appris de plus cette année, dans un voyage que j'ai fait dans le nord de la France, qu'on y ramassait et payait assez cher tout le charbon animal des raffineries de sucre, pour l'expédier par Dunkerque à Nantes, où on l'employait avec un très grand succès pour fumer les vignes.

Lorsque l'on récolte les betteraves on coupe le collet sur place, et l'on sépare ainsi des feuilles, qui, pendant un mois que dure la récolte, en présentent une masse considérable et ne peuvent être données aux bestiaux. L'on a reconnu un très grand avantage à la méthode qui consiste à laisser ces feuilles sur le sol comme engrais, et on les considère généralement comme faisant l'office d'une bonne demi-fumure.

L'on considère également comme un excellent engrais les débris de la fabrique qui proviennent des débris de terres, des collets et des radicules, que les nettoyeuses enlèvent aux betteraves en les préparant pour la râpe, comme nous le dirons plus loin.

CHAPITRE V.

Des Semailles.

Les semailles des betteraves s'effectuent aux premiers beaux jours du printemps, c'est-à-dire vers la fin de mars ou courant d'avril; cependant on peut toujours, en cas d'événemens imprévus, semer jusques dans les mois de mai et juin; mais il vaut toujours mieux, autant que cela est possible, le faire plus tôt. Il faut choisir pour les betteraves, comme pour toutes espèces de semailles, un jour où les terres sont légèrement humides, afin que la graine s'amollisse plus rapidement et puisse germer promptement.

Il faut, pour ensemencer un hectare de terre, de sept à dix kilogrammes de graines, suivant le mode employé; et un kilogramme de graine ne coûte pas 50 centimes au cultivateur qui la récolte lui-même.

Il peut arriver que, par suite d'un temps trop humide ou trop sec, les graines ne lèvent point, ou ne lèvent tellement clair-semées que cela équivaille à une absence complète de germination. Si cet accident provient d'un temps trop humide, il

n'y a pas d'autre parti à prendre qne de ressemer. Si au contraire il provient d'un temps trop sec, il faut attendre que le temps devienne favorable; et nul doute qu'alors la germination ne soit que retardée. Il n'est pas rare de voir, dans une circonstance semblable, les graines germer jusqu'à un mois et demi et même deux mois après leur ensemencement.

Quelquefois il peut arriver aussi qu'il survienne après les semailles une gelée qui surprenne le germe prêt à sortir ou déjà sorti; alors il faut aussi indispensablement ressemer : car l'on attendrait vainement une germination. Il est cependant toujours prudent, dans ce cas, d'attendre quinze jours ou trois semaines après l'accident pour s'assurer qu'il est réellement sans remède.

Des cultivateurs m'ont assuré avoir vu leurs graines manquer à germer, parce qu'elles étaient dévorées par des vers d'une nature particulière. Ne pouvant garantir l'exactitude de ce fait que je n'ai pas observé, je ne fais que le citer.

Ces diverses circonstances isolées ou combinées ne forcent que trop souvent le cultivateur à exécuter plusieurs ensemencemens. Encore est-on bien heureux que la betterave se prête à ces manœuvres, et offre par là même une ressource que beaucoup d'autres végétaux cultivés ne présentent pas.

Il faut quelquefois faire jusqu'à trois semailles: ainsi la première s'exécute comme je l'ai dit vers la fin de mars; alors s'il se présente quelques circonstances qui retardent la végétation, on attend jusqu'à la fin d'avril ou jusqu'au commencement de juin, et si l'on a acquis ainsi la ferme persuasion qu'un accident a détruit la semaille, il faut de suite en effectuer une seconde, qui est ensuite remplacée par une troisième, un mois ou cinq semaines après, quand cela est utile.

Pour ne pas se tromper dans le calcul de la semence nécessaire à une exploitation, il faut au moins compter une semaille et demi pour toutes les cultures; ainsi l'on aurait besoin, par chaque hectare, de onze à quinze kilogrammes de graines, suivant le mode d'ensemencement, comme nous le dirons ci-après. Cela fait donc pour la graine une dépense de fr. 5,50 c. à fr. 7,50 c. par chaque hectare, en supposant la valeur maxime de la graine à 50 cent. le kilogramme.

Une première semaille manquée est toujours une perte très grande pour le cultivateur; car non-seulement elle le constitue en dépense de graine et de main-d'œuvre pour une seconde semaille, mais encore elle enlève beaucoup de chances favorables à la récolte en resserrant le cadre de la végétation, et en diminuant les

chances de la germination des semailles employées comme ressources. En effet, une graine semée en mai trouve souvent moins de circonstances favorables pour lever qu'en mars et avril, et moins encore en juin qu'en mai ; ainsi les chances heureuses décroissent avec les retards. Une betterave qui a végété pendant cinq à six mois avant sa maturation est toujours aussi plus forte, plus nerveuse, et partant plus propre à la production du sucre qu'une autre qui n'aurait végété que trois à quatre mois. Quoi qu'il en soit d'ailleurs de ces résultats inégaux, il est toujours plus avantageux aux intérêts du cultivateur de tenter d'obtenir une récolte incomplète que d'avoir une jachère ; et à moins qu'un temps sec et chaud ne lui ôte tout espoir de voir la germination s'effectuer, il devra toujours avoir recours aux ressources des ressemailles.

La terre, pour être bien disposée à recevoir la graine, doit être bien défoncée par des labours profonds, et bien divisée par des hersages et roulages répétés, comme nous l'avons dit dans le chapitre précédent. Elle doit être aussi bien fumée et en bon état de conservation.

Le degré d'écartement des racines, que l'on peut toujours maîtriser avec plus ou moins de régularité dans les divers modes d'ensemencemens, varie avec la richesse du sol et la volonté du cul-

tivateur. En général, plus la terre est meuble et féconde, plus on peut rapprocher les plantes sans leur nuire; et, *vice versâ*, plus elle est pauvre et aride, plus il faut les écarter. L'on peut dire aussi en général que plus les betteraves sont rapprochées, moins elles prennent de développement; ainsi l'on a là le moyen de maîtriser la dimension des récoltes; quand on voudra avoir de petites racines, on les rapprochera beaucoup, et *vice versâ*, quand on voudra les avoir grosses.

Une terre où les betteraves seraient très rapprochées, et où elles viendraient par conséquent très petites, donnerait un produit très inférieur en poids à celui d'une culture plus large, et les racines seraient beaucoup plus fortes; cependant, somme toute, il y a une limite raisonnable à observer dans les semailles pour obtenir le plus grand produit d'un terrain donné. Ainsi, dans une terre forte, les racines pourront être écartées avec avantage à dix ou douze pouces; dans une terre de richesse moyenne, on pourra les écarter à quinze ou dix-huit pouces; et enfin dans une terre grasse il sera convenable de les espacer à vingt ou vingt-quatre pouces. Ces données sont applicables à tous les modes de semailles dont nous allons parler.

Il y a plusieurs moyens de procéder aux semailles; ce sont :

1°. Les semailles à la volée avec éclaircissemens et repiquages intercalés ;

2°. Les semailles en pépinières avec repiquages en plein ;

3°. Les semailles en lignes avec éclaircissemens et repiquages intercalés.

Ces trois méthodes d'ensemencemens ont leurs avantages et leurs désavantages. Nous allons nous en occuper successivement dans les sections suivantes, de même que décrire leurs pratiques.

SECTION PREMIÈRE.

Semailles à la volée avec éclaircissemens et repiquages intercalés.

Ce mode de semaille est le plus connu et le plus répandu. Il est usité partout, pour l'ensemencement de toutes les graines. L'ouvrier qui l'exécute, porte dans un tablier devant lui la graine qu'il doit distribuer; puis en parcourant, d'un pas régulier et ordinairement accéléré, le champ dans le sens de sa longueur, il lance la graine en l'air par poignées; celle-ci est divisée et éparse par cette projection, de manière qu'elle retombe sur le sol, où elle se trouve ainsi répartie assez uniformément, lorsque l'ouvrier a de l'expérience. Il est facile de saisir, par ce simple exposé, tout ce que cette méthode a de vicieux et d'imparfait;

car, quel que soit le talent de l'ouvrier, il ne peut jamais régler les intervalles qui se trouvent entre chaque graine, de sorte que l'uniformité qu'il peut obtenir par ce moyen, se borne à répandre la graine de manière à ce qu'aucune place ne reste nue ; et pour obtenir ce résultat il faut prodiguer la semence. Aussi cette manière de semer est-elle celle qui exige la plus grande quantité de graines ; c'est elle qui en exige au moins dix kilogrammes par hectare pour une semaille.

Dans cet état, l'on pense bien que les intervalles qui séparent les plants sont très irréguliers; que les uns se trouvent trop resserrés, et ceux-là sont les plus nombreux quand on prodigue la graine, et que les autres sont trop écartés. Cependant il n'est rien moins qu'indifférent aux progrès de l'accroissement des racines qu'elles se trouvent à certaines distances que l'expérience a déterminées pour chaque nature de terrain, et que ces distances aient le plus de régularité possible. Par exemple, cette distance est assez convenable pour une terre riche à dix pouces en tous sens, et à quinze pour une terre d'une richesse moyenne, ainsi que je l'ai dit plus haut.

C'est pour obtenir autant que possible cette régularité d'écartement que l'on a recours, dans les semailles à la volée, à la pratique des éclaircissemens et repiquages intercalés. A cet effet,

lorsque, après un mois ou un mois et demi de végétation, la racine a acquis la grosseur du doigt à peu près, ou plus, on place dans les champs un grand nombre d'ouvriers, qui sont ordinairement des sarcleurs (*Voy.* plus loin l'article Sarclage); on les dispose en lignes sur la largeur à une distance de trois pieds environ; ceux-ci alors arpentent le champ dans le sens de la longueur, et arrachent à la main les plantes surabondantes, de manière à obtenir entre celles qu'ils respectent les distances que j'ai indiquées ci-dessus. Voilà qui est pour l'éclaircissement. Quant au repiquage intercalé, ils l'exécutent simultanément dans les endroits où il se trouve des clairs, en faisant un trou avec un pieu, et en y déposant une des racines qu'ils ont enlevées ailleurs en éclaircissant. Il est bien entendu que ces plantes doivent être repiquées aux distances voulues; et c'est de l'expérience et du coup-d'œil des ouvriers que dépend le plus ou moins de régularité de cette opération. Cet éclaircissement et ce repiquage s'opèrent toujours avec le premier sarclage. (*Voy.* plus loin Sarclage.)

La méthode des éclaircissemens n'a, dans ce mode de semailles, aucun inconvénient; mais celle du repiquage intercalé en a un véritable. Voici en quoi il consiste. Il faut, pour opérer ce repiquage, que la racine ait acquis une certaine

dimension, qui soit au moins, comme je l'ai dit plus haut, celle du doigt. A cette époque déjà la végétation commence à être active; et après l'éclaircissement, qui s'opère en même temps que le premier sarclage, la racine prend un grand développement, et subit quelquefois, en une quinzaine de jours, des changemens étonnans. Pendant ce temps les plants repiqués n'ont pas encore retrouvé leurs places et repris leurs racines dans leurs nouvelles demeures; de sorte qu'il faut, le plus souvent, au moins une quinzaine de jours avant qu'ils recommencent leur végétation : ce retard est un mal réel, parce qu'elles sont alors étouffées par les plants voisins dont la végétation n'a pas été contrariée; et il en résulte que les racines repiquées n'ont le plus souvent aucune vigueur, et demeurent faibles, frêles et très petites au milieu de leurs voisines. En dernière analyse, ce repiquage ne donne que rarement de très bons résultats.

Au demeurant, je signale cet inconvénient ici, non pas pour détourner l'agriculteur, qui semerait à la volée, de pratiquer le repiquage intercalé; car je l'inviterai même à le faire. Mais j'ai dû en signaler ici les résultats peu constans, parce que c'en était le lieu, et que j'aurai occasion, dans les sections suivantes, d'utiliser ce que j'ai dit ici, pour étayer d'autres considérations.

Les semailles à la volée ne peuvent pas être signalées comme une mauvaise méthode, d'autant plus qu'elles sont très bien connues et pratiquées partout, et que sous ce rapport elles commandent un certain respect. Mais il ne faut pas taire non plus que ce mode d'ensemencement est bien inférieur aux semailles en lignes dont nous parlerons ci-après. Les cultivateurs qui se livreront à la fabrication du sucre de betterave pourront donc continuer de semer à la volée, jusqu'à ce que le temps et l'expérience leur enseignent l'emploi du semoir en ligne, qui n'est aujourd'hui que dans un petit nombre de mains.

SECTION II.

Semailles en Pépinière avec le repiquage en plein.

Ce genre de semailles est aussi bien connu ; on l'exécute souvent dans les potagers pour la culture d'un bon nombre de légumineuses, et même, dans la grande culture, pour les tabacs, les colzats, les choux cavaliers, etc.

Il consiste à distribuer la graine dans la 10^me^ partie environ du terrain que l'on consacre à la culture de la betterave, et à la distribuer à la volée. Cette distribution se fait vers la fin de mars, ou au commencement d'avril, dans une terre qui doit être parfaitement préparée, bien

amendée et fumée, et surtout qui soit par sa nature très hâtive. Lorsqu'après un mois ou un mois et demi de végétation les racines ont acquis la grosseur du doigt environ, on les arrache à la main, puis on les met en bottes pour les transporter dans les champs où elles doivent être repiquées.

Pour effectuer ce repiquage, un ouvrier exercé, armé d'un plantoir, perce des trous aux distances et à une profondeur convenables, et des femmes ou des enfans placent dans chacun de ces trous un plant, et avec le pied, le plus souvent nu, ils rechaussent la plante. Cette opération se fait assez rapidement, mais elle est très fatigante pour les planteurs et pour l'ouvrier qui dirige le plantoir.

Beaucoup d'agronomes prétendent qu'il est indispensable, avant le repiquage, de couper la pointe de la racine qui est ordinairement longue et fine, et qui pénètre dans le sol pour faire pivoter la plante. Je ne pense pas que cela soit absolument nécessaire; au contraire, je crois qu'elle est pour la racine un moyen sûr de l'empêcher de pivoter, et cela est un inconvénient, puisque c'est un des reproches les plus graves que l'on puisse adresser au mode de semailles qui nous occupe maintenant. En effet, l'on a remarqué que la majeure partie des betteraves repi-

quées comme je viens de le dire, même quand on n'a pas coupé l'extrémité de la radicule, ne pivotent plus, c'est-à-dire qu'au lieu de prendre la forme de fuseaux ou de poires qu'on leur connaît généralement, elles deviennent fourchues. Elles sont alors beaucoup moins longues, et présentent deux, trois ou même davantage de petites racines, qui sortent de l'extrémité inférieure de la grosse. Ce mode de végétation, à ce qu'il paraît, diminue toujours la quantité de la récolte; les betteraves deviennent par là même moins volumineuses; elles sont aussi plus difficiles à nettoyer, et donnent plus de déchets. Il n'est donc pas convenable, à mon avis, de couper le bout des racines avant le repiquage, comme quelques personnes l'ont recommandé.

M. Mathieu de Dombasle dit s'être parfaitement trouvé d'arracher les feuilles de la racine avant de la repiquer. Ce savant donne à l'appui de cette méthode d'excellentes raisons; mais je n'en suis pas encore pour cela convaincu qu'elle soit exclusivement avantageuse. Et il me semble que mutiler ainsi un végétal faible, et lui enlever des organes nécessaires à son existence, ne sont pas remplir le vœu de la nature, et faire une chose utile à la reproduction. Je n'ai point fait à cet égard des expériences comparatives, qui auraient eu d'ailleurs besoin d'être très sou-

vent répétées pour autoriser une conséquence concluante; et tout ce que je puis affirmer à cet égard, c'est que jamais, dans le repiquage du tabac et du colzat, on n'arrache les feuilles; et que j'ai vu des repiquages de betteraves qui ont bien réussi sans cette méthode.

M. Mathieu de Dombasle recommande chaudement la culture en pépinière, et présente même un compte qui donnerait une question économique favorable à ce mode. Je me permettrai encore sous ce rapport de n'être pas de son avis, et je suis bien convaincu que la méthode du repiquage est bien plus chanceuse et plus dispendieuse que toute autre méthode.

1°. Lorsque l'on a une grande exploitation, il faut, pour déplanter et repiquer, beaucoup de temps et de main-d'œuvre (1).

2° Le repiquage s'effectuant au moins un mois et demi après les semailles, nous reporte dans une saison où le temps peut n'être pas favorable à la reprise du plant, ce qui retarderait beaucoup la végétation, et pourrait même détruire complètement celle qui aurait déjà surmonté les plus grandes

(1) Cette raison est d'autant plus puissante pour proscrire le repiquage, que la main-d'œuvre qu'exige la betterave dans sa végétation est pour quelques localités un obstacle à son adoption pour la production du sucre.

difficultés, c'est-à-dire, celles de la germination et de la levée. Que serait-ce ensuite des difficultés qui envelopperaient la reprise du plant repiqué, si la germination retardée de la pépinière retardait encore plus l'époque du repiquage, et le reportait aux mois de juin ou juillet, où nous pouvons souvent avoir de grandes sécheresses? Ce même repiquage deviendrait donc complètement impossible si les pépinières exigeaient des ressemailles.

3°. On vient de voir que le repiquage ajoute aux difficultés que nous avons signalées à la culture de la betterave, et les aggrave même d'une manière effrayante, en éloignant les moyens de recourir avec confiance aux ressources des ressemailles; et c'est là un des plus grands inconvéniens de la méthode : car il ne faut pas se dissimuler qu'il n'est malheureusement que trop souvent nécessaire de ressemer les betteraves. Ajoutons à ces inconvéniens ceux d'empêcher la plante de pivoter et d'exiger de plus grands frais de culture. En effet, cette accumulation de frais est évidente, puisqu'elle n'économise aucun des frais nécessaires dans les autres modes de culture, et qu'elle ajoute au contraire ceux du déplantage, du transport des plants et du repiquage.

Je pense donc, en dernière analyse, que cette méthode ne doit point être préférée aux deux

autres; la question économique la répudie, et les avantages qu'elle présente ne dédommagent pas suffisamment de ses inconvéniens. En effet, ces avantages ne consistent que dans une plus grande régularité dans les distances qui séparent les plants. Cette méthode, au reste, n'exige que le minimum de la quantité de graine.

SECTION III.

Semailles en Lignes avec éclaircissemens et repiquages intercalés.

Cette méthode consiste à distribuer la graine en rayons placés aux distances que l'on veut mettre entre chaque plant, puis à distribuer dans la longueur des lignes une quantité de graine double ou triple de celle qui est rigoureusement nécessaire, afin de faire face aux lacunes produites par les graines qui ne germent pas, et d'avoir du plant en excès pour remplir ces lacunes.

Le premier moyen qui ait été employé dans l'origine, où l'on a senti l'avantage qui résulterait d'un semblable mode de semailles, consistait à tracer, avec un rayonneur ou une herse, une série de petits sillons placés à des distances égales et déterminées, puis à faire suivre cet instrument par un nombre d'ouvriers égal à celui des sillons. Ces ouvriers étaient chargés de placer dans ces

sillons des graines à des distances aussi égales et déterminées; puis une herse retournée repassait sur toute la surface du champ, et enterrait les semailles d'une manière convenable. On n'a pas tardé à reconnaître l'utilité de ce mode d'opérer, de même que l'imperfection des moyens que l'on employait pour l'exécuter. Dès-lors beaucoup de mécaniques plus ou moins compliquées et plus ou moins parfaites ont été imaginées. L'une des premières et des meilleures qui aient été faites, est celle de M. Thaer, qui est décrite dans la description des instrumens d'agriculture perfectionnés, publiée en allemand par cet agronome célèbre, et traduite en français par M. Mathieu de Dombasle.

M. Hayot a construit un semoir en ligne extrêmement simple, qui se trouve dans les galeries du Conservatoire de Paris, et qui ne coûte que 30 fr. Je ne recommanderai pas ce semoir pour la betterave, parce que je ne pense pas qu'il puisse servir avantageusement pour les semailles de cette racine.

M. Crespel se sert d'un semoir de son invention, qui fonctionne très bien, et qui est usité dans plusieurs fabriques du Nord avec beaucoup de succès.

Un autre semoir a été construit par M. Hille, et se trouve décrit dans l'excellent ouvrage de

M. Leblanc sur la description des instrumens d'agriculture perfectionnés. Nous extrairons de cet ouvrage la copie de cet instrument et la description que nous allons en donner.

Description du Semoir à cheval, en lignes, de M. Hille.

(Voyez la planche 1re, fig. 1, 2, 3 et 4.)

« De nombreux avantages consacrés par l'expérience ne laissent plus aucun doute sur le bon effet du semoir mécanique à cheval. Outre l'économie de temps et de semence, et l'uniformité de distribution qu'il présente, le partage est plus facile, et peut même se faire à l'aide de l'instrument; le travail des sarclages, roulages, hersages et récoltes, est plus facile et plus économique.

» Tant de supériorité amènera sans doute bientôt l'usage universel du semoir mécanique dans nos exploitations, comme il est déjà répandu en Angleterre.

» Un côté seulement de la limonière est représenté en Y, figure 1re; elle s'adapte avec des boulons sur les brancards A prolongés à cet effet. L'instrument est porté sur deux roues B, B'. Celle de gauche a sur le gros bouge de son moyeu une roue d'engrenage C, en fonte de fer de 32 dents. L'essieu en fer est encastré dans un

morceau de bois D, qui en fortifie le milieu; deux liens en fer E les tiennent assemblés. Un coffre F divisé en cases plus ou moins nombreuses, 5 par exemple, reçoit la semence. Les coches *m* des planches G des extrémités prolongées en contre-bas vont se placer sur l'essieu; Une vis H traversant l'écrou I est soutenue près de la manivelle K par un support à fourchettes J, qui sert à la maintenir en position. Dans le bas de la planche de derrière L on a pratiqué vis-à-vis chaque case des ouvertures *a* fermées à volonté par des vannes en tôle *b*. Ces vannes portent des entailles qui, pénétrées par un petit tourniquet *c*, servent à les élever plus ou moins.

» Des cylindres dont la surface est gravée comme on le voit dans les figures 3 et 4, sont placés devant chacune des ouvertures *a*, et y pénètrent même d'une quantité égale à l'épaisseur de la planche. Ils sont enfilés sur un axe, dont un des bouts porte une roue N de 12 dents, qui engrène avec la roue C quand le coffre F pose sur l'essieu, mais qu'on désengrène en soulevant ce coffre d'une quantité égale à la longueur des dents au moyen d'un levier en fer O, placé entre l'encastrement et le coffre; poussé à gauche il agit comme un coin et soulève celui-ci. Les parties inférieures et latérales des ouvertures *a* sont gar-

nies de soies de sanglier, qui, pressées par les grains contre les cylindres M, ferment exactement sans nuire à la rotation de ces cylindres. Immédiatement au-dessous sont disposés des entonnoirs de fer blanc P, qui recevant la semence la conduisent sous les socs Q à travers une suite de tuyaux coniques en fer blanc R, emboîtés les uns dans les autres. Ces tuyaux sont retenus par trois chaînes, qui leur permettent de prendre différentes directions. Au-dessous de l'essieu et contre une pièce de bois S, les socs Q sont fixés sur une même ligne au moyen d'étriers en fer *d*, et d'écrous à anneaux *e*, qu'on serre suffisamment avec la main. Les tiges des socs V portent différentes entailles, par lesquelles on peut les suspendre à diverses hauteurs. On a aussi la facilité de les écarter plus ou moins dans le sens horizontal. La barre S est soutenue par deux tirans de fer T, qui articulent autour d'un des points *f*; ces tirans, par un prolongement nécessaire, servent aussi à l'aide de boulons à fixer les mancherons U. Un crochet *k* tenu à articulation au milieu de l'encastrure, peut soutenir en l'air tout l'appareil des socs, en les saisissant par une poignée en fer *h* sur le milieu de la pièce S. On dispose ainsi le semoir pour le mener aux champs et le ramener.

» Après ces explications, l'usage de cet ins-

trument n'offre plus de difficulté : arrivé sur le terrain, il faut remplir le coffre F de semences, faire engrener les roues CN, ouvrir les vannes *b* toutes au même degré, se placer entre les mancherons U que l'on saisit des deux mains, et faisant marcher le cheval dans la direction du labour, on enfonce ou l'on soutient la herse, selon que l'on veut plus ou moins enfouir les graines; on proportionne la quantité de semence par des cylindres de rechange dont les gravures sont plus ou moins nombreuses, plus ou moins profondes; on peut aussi changer l'ouverture des vannes *b*, et faire varier la position du coffre F de l'avant à l'arrière, par la vis H. Parvenu au bout du champ on désengrène pour tourner, et l'on fait revenir le cheval dans une autre direction parallèle à la précédente, en sorte que l'une des roues reprenne absolument la même trace; alors toutes les lignes se trouvent parallèles et à une égale distance, qui varie pour les diverses graines et les diverses localités. Les graines sont ensuite recouvertes par le moyen du rouleau passé en travers : pour se dispenser de cette façon, on peut attacher à la herse une chaîne traînante, ou un râteau à dents inclinées en arrière, pour ramener dans les petites rigoles formées par les socs, et au fond desquelles se trouve la semence, la terre relevée sur leurs bords. »

Manœuvre des semailles en lignes.

La manœuvre du semoir en lignes étant exposée dans la description que je viens de donner du semoir de Hillé, j'ajouterai seulement quelques réflexions relatives à la betterave pour ce semoir et tous les autres analogues, que l'on pourrait employer.

Le semoir en ligne présente sur le semis à la volée une grande économie de graines. Cependant il en exige encore une quantité plus grande que celle qui est rigoureusement utile, et cela ne peut être autrement, parce que la graine n'étant pas toute susceptible de germination, il faut toujours en distribuer un excès pour être certain d'avoir une germination suffisante pour couvrir le terrain que l'on ensemence.

Avec le semoir il faut commencer par régler l'écartement des lignes qui sera, comme je l'ai dit plus haut, de 10 à 12 pouces en tous sens pour les terres fortes; de 15 à 18 pour les terres moyennes, et de 20 à 24 pour les pauvres.

Après cela il faudra, dans le semoir de Hille, employer des cylindres gravés de telle sorte qu'ils donnent une graine par 4 pouces de marche pour le premier cas, par 6 pouces pour le second, et par 8 pour le troisième. De cette manière on aura, dans les trois cas, distribué une quantité

de graine triple de celle qui est rigoureusement utile; et ce sera bien, car on peut compter en pratique sur les deux tiers de perte.

Lorsque vient l'époque du premier sarclage, on éclaircit à la main les lignes où les racines ont poussé à une distance plus petite que celle voulue, et à l'aide de ces plants on regarnit, aussi aux distances voulues, les espaces vides par l'absence de germination. Ce travail, au reste, s'exécute avec une grande facilité à cause de la régularité et du parallélisme que les lignes affectent entre elles.

Dans le sarclage, l'éclaircissement et le repiquage des semis en lignes, on devra exercer les ouvriers à diriger leurs manœuvres d'éclaircissemens et de repiquages de telle sorte que les racines soient disposées entre elles en quinconces, c'est-à-dire alternées de manière que les racines forment des lignes qui se coupent à angles droits, et que les vides qu'elles laissent entre elles forment aussi des lignes qui se coupent à angles droits, mais qui coupent les lignes de betteraves à 45° d'angle. Cette disposition, que l'on utilise dans le nord pour les tabacs, est celle qui donne la végétation la plus régulière; et l'on devra faire en sorte de l'obtenir.

CHAPITRE VI.

Des sarclages et autres soins à donner à la betterave pendant sa végétation.

Les sarclages s'exécutent avec une houette ou binette à la main ; l'ouvrier s'en sert pour couper les herbes parasites qui étouffent les plants dans leurs jeunesse, ou nuisent toujours à leur accroissement, lorsqu'ils ont déjà acquis un certain degré de développement. Ce sont presque toujours les femmes et les enfans qui font ce travail. On les dispose à cet effet en ligne sur la largeur du champ, comme je l'ai dit en parlant des éclaircissemens et repiquages intercalés, et ils marchent dans le sens de la longueur en se servant de leurs instrumens. Les herbes parasites sont ensuite enlevées à la main, et on en fait çà et là des petits tas dans le champ, où elles se convertissent en fumier.

Les sarclages sont d'une nécessité indispensable pour la betterave, et il faut en faire jusqu'à trois. Le premier s'exécute lorsque la betterave a acquis la grosseur d'un doigt, ou même avant, et le

deuxième et le troisième peuvent venir ensuite à trois semaines, ou un mois de distance; souvent deux sarclages suffisent. Dans tous les cas, lorsque la betterave a pris un grand accroissement, et ombrage le sol de ses feuilles, les sarclages deviennent inutiles, parce que l'ombre que la betterave projette elle-même sur le sol détruit les plantes gourmandes, ou au moins nuit à leur végétation. L'importance des sarclages, disons-le en passant, n'est pas généralement assez sentie, et il serait à désirer que la culture de la betterave se propageât, ne fût-ce même que pour répandre dans les campagnes l'exercice d'une façon qu'elle réclame indispensablement, et qui est susceptible d'être appliquée avec succès à toute espèce de récoltes. Que l'on parcoure les belles cultures de la Flandre et de la Belgique, on verra que tout y est sarclé, même les céréales, où les femmes passent jusqu'à deux et trois fois. La betterave n'aura donc pas rendu un des moindres services que l'on attend d'elle, si elle peut habituer les fermiers et les ouvriers de l'intérieur à la pratique si heureuse du sarclage.

Dans les cultures en lignes ou dans les champs repiqués en plein, on peut employer avec succès la houe à cheval de M. Fellemberg pour le premier sarclage. Cette houe est traînée par un cheval, et peut biner dans une journée, suivant le

témoignage de M. de Dombasle, un hectare et demi de terre. On trouvera des épures soignées et très exactes de cet instrument dans la description des instrumens d'agriculture perfectionnés publiée par M. Leblanc.

La houe à cheval n'évite, comme on le voit, que le premier et tout au plus le deuxième sarclage; encore cette houe ne raclant le sol qu'entre les lignes dans le sens de la longueur, il faut que des sarcleuses repassent ensuite dans le champ avec la houette à la main pour achever le travail entre les lignes et le faire sur les lignes elles-mêmes où l'instrument n'a pu pénétrer.

Dans les pays comme la Flandre, où les femmes et les enfans sont bien manégés aux sarclages, ceux-ci ne coûtent qu'à raison de 6 à 7 fr. chacun pour un hectare; mais il est probable que cette opération coûterait davantage dans les contrées où la main-d'œuvre est plus chère, et où elle n'est pas pratiquée journellement.

Les sarclages à la houe ont un double avantage; c'est que non-seulement ils nettoient le sol des herbes gourmandes, mais encore ils le retournent à un pouce ou deux de profondeur; ils amendent ainsi la terre qu'ils aèrent, et rendent tout-à-la-fois service à la récolte actuelle et à la récolte suivante. Enfin, nous pouvons affirmer

qu'il ne peut y avoir de bonne agriculture sans sarclages.

M. Mathieu de Dombasle, en recommandant la culture en pépinière et le repiquage en plein, parle d'un arrosement à effectuer après le repiquage dans les années et sur les sols où une grande sécheresse gênerait la reprise du replant. La méthode du repiquage en plein exigerait cette pratique plus que toute autre, et je suppose que sans elle M. de Dombasle aurait eu souvent des plaines vierges de récolte. Mais que l'on se représente un arrosement semblable effectué sur une vaste étendue de terrain, quoique l'auteur annonce qu'elle se réduit à peu de chose; que l'on pense à la difficulté de se procurer de l'eau dans beaucoup de localités, au coût considérable de transport et de main-d'œuvre pour une semblable manœuvre, et l'on se figurera jusqu'à quel point elle est praticable, et combien peu l'on doit songer à adopter la culture en pépinière qui l'exige. Que diraient certains cultivateurs que je pourrais citer, si on leur proposait une semblable méthode? eux qui redoutent d'établir une fabrique de sucre de betteraves, parce qu'ils s'imaginent que cette industrie exige une quantité d'eau, qu'ils n'ont point, pour le lavage des racines.

Dans les contrées du nord, où j'ai été à même d'observer plus souvent, et d'une manière plus

suivie, la culture des betteraves, je n'ai jamais remarqué que cette racine toute rustique fût sujette à aucune maladie. Cependant on prétend que dans les terres maigres elle est exposée à un accident connu sous le nom de *pied chaud*, dont on attribue la cause aux gelées. Je doute fort que cette cause soit bien assignée; car s'il en était ainsi, il n'y aurait point de raison pour que le pied chaud ne se produisît pas dans les terres fortes et dans le nord, où je ne l'ai jamais vu.

J'ai remarqué souvent, à l'époque des récoltes, un trou plus ou moins profond et plus ou moins grand qui se trouve sous le collet des betteraves, et qui forme comme une plaie que l'on pourrait considérer comme une maladie ou comme le résultat d'une consomption produite par des vers et des insectes. En observant attentivement cet accident, qui est plus fréquent dans les années pluvieuses, il est facile de reconnaître qu'il n'est que le résultat d'une simple action mécanique des eaux. Pour remarquer distinctement l'accident dont il est ici question, il suffit de couper par moitié, dans le sens de la longueur, la betterave qui en est attaquée, et l'on remarquera une cavité souvent proportionnelle à la dimension de la racine. Cette cavité a ses parois salies par de la terre, et annonce par-là même que de l'eau bourbeuse y a séjourné. On trouve même l'ouverture par laquelle l'eau

s'y introduit à la naissance des pétioles des feuilles; de sorte qu'il est probable qu'à une certaine époque de la végétation l'eau pluviale vient se loger entre les pétioles, et que lorsque par leur disposition elle trouve à y séjourner, elle forme un trou dans le collet par une action purement mécanique, et que d'autres pluies venant remplir ce trou, le grandissent et le rendent enfin tel que nous sommes à même de l'observer. Il est inutile de faire remarquer qu'un peu de terre se mêle à ces eaux et forme la bourbe qui tapisse les trous dont nous parlons. Au reste, cet accident n'a aucun inconvénient; il ne gêne en aucune manière la végétation, et n'altère nullement les qualités saccharines de la betterave.

En résumé, l'on voit que pendant tout le cours de sa végétation, la betterave n'exige d'autre soin que celui des sarclages. Quelques agronomes ont proposé de la buter; d'autres ont combattu cette méthode, à laquelle je ne verrais cependant aucun inconvénient, la betterave venant, je crois, tout aussi bien, et acquérant d'égales propriétés, soit qu'on la recouvre de terre, soit qu'elle pousse au-dehors.

CHAPITRE VII.

De la récolte des betteraves.

Il est facile de reconnaître l'époque où il est convenable de récolter la betterave ; elle se manifeste par des caractères physiques bien marqués. Les feuilles d'un vert intense, fermes et droites pendant toute la végétation, se piquent de taches rougeâtres ; elles se crispent, s'inclinent vers le sol et passent au jaune, quand leur végétation première est achevée ; on peut être certain qu'alors elles sont mûres pour le sucre, et qu'elles n'ont plus rien à gagner en grosseur. Ces phénomènes se produisent ordinairement dans le courant des mois de septembre ou octobre, suivant les climats et suivant aussi les météores et les chances agricoles. Alors on peut récolter sans inconvénient.

Il n'est pas nécessaire de récolter avant d'avoir commencé les travaux de la fabrique, et le commencement des travaux jusqu'à la fin d'octobre ou commencement de novembre peut être alimenté par des betteraves apportées directement des champs à la fabrique.

La richesse saccharine des betteraves paraît varier avec les diverses époques de la végétation ; et cette assertion est exacte, au moins autant qu'il est possible de juger la richesse saccharine à l'aide de l'aréomètre ; car un de mes amis que j'ai chargé de faire ces observations ne s'est guidé qu'avec cet instrument. Ainsi, par exemple, il a reconnu qu'à l'époque où la betterave est grosse comme deux doigts, le jus ne pèse guère que 2° à l'aréomètre de Baumé. Il a reconnu de plus que cette richesse va en croissant jusqu'à l'époque de la récolte, mais que cependant les météores influent beaucoup sur ces densités, et les font varier en plus ou en moins très sensiblement dans l'espace de quelques jours. Je suppose, par exemple, que l'on fasse aujourd'hui un essai, et que les huit ou quinze jours précédens aient été secs et sans pluie; admettons que l'on trouve une densité égale à 7 degrés aréométriques : si après cette expérience il survient des pluies, et que l'on fasse immédiatement un autre essai sur les mêmes betteraves, on pourra trouver la densité tombée à 5 ou 6 degrés; et il est évident que dans cette circonstance la pluie seule a pu faire tomber le degré aréométrique de la racine. Ces variations de densité résultent donc d'une simple addition d'eau, et se reproduisent toujours avec les alternatives de pluies et de temps secs.

Il est extrêmement important de tenir compte de cette influence pour la récolte ; ainsi, par exemple, l'on peut être certain qu'un champ de betteraves récolté par un temps humide et pluvieux présentera toujours des racines plus aqueuses que s'il eût été récolté par un temps sec, et que la différence pourra être, comme je l'ai indiqué ci-dessus, de 1 à 2 degrés. Il est donc très utile de profiter autant que possible d'un temps sec pour récolter ; et c'est en cela qu'il est toujours prudent de ne pas trop reculer l'époque de la récolte, parce que les retards présentent souvent moins de chances de temps favorables, en nous reportant plus avant dans l'arrière-saison.

Il y a d'autres avantages encore extrêmement importans à récolter par un temps sec. Ainsi le déplantage s'exécute beaucoup mieux, et la terre que le chevelu de la racine emporte avec lui se détache facilement par une simple secousse quand elle est sèche, tandis que lorsqu'elle est mouillée elle adhère fortement et en grande quantité, de sorte qu'elle provoque un transport plus grand dans les magasins, un nettoyage plus difficile, et un amas de terre plus embarrassant dans ce même nettoyage. Ainsi encore, lorsque la betterave est déplantée et que le temps est sec et chaud, on l'abandonne à elle-même sur le sol, et elle acquiert par là plus de qualité pour sa conserva-

tion, tandis qu'un temps humide n'offre point cet avantage. Un fabricant m'a assuré que par un temps très favorable, une partie de betteraves ainsi abandonnées à l'air sec et au soleil s'étaient desséchées de manière à gagner 2 degrés de densité, et qu'elles s'étaient ainsi beaucoup mieux travaillées en chaudière. (1)

La facilité du charroi pour le transport des racines à la fabrique ou dans les magasins est aussi une considération favorable à la récolte par un temps sec, parce qu'alors les chemins étant facilement praticables exigent l'emploi d'un nombre de chevaux moins grand.

Maintenant que nous nous sommes occupés de généralités sur la récolte, voyons les détails. Elle se compose en effet de plusieurs opérations distinctes que l'on peut séparer ainsi :

1°. Le déplantage ou arrachage des racines;

2°. Le décolletage ou amputations des collets;

3°. La mise en monts et le transport dans les réserves.

Nous allons nous occuper séparément de chacune de ces trois parties dans les sections suivantes.

---

(1) Voyez, à la fin de cet ouvrage, mes expériences sur le desséchement des betteraves.

SECTION PREMIÈRE.

Déplantage ou arrachage des Racines.

Lorsque l'on a fixé l'époque de la récolte suivant les règles que j'ai indiquées précédemment, on réunit un nombre de déplanteurs proportionné à la célérité que l'on veut mettre dans le travail. Ainsi par exemple, soixante ouvriers femmes et enfans, organisés comme je vais le dire, peuvent déplanter, décolleter et mettre en monts un hectare et demi de terre par jour.

On groupe ces ouvriers deux par deux : deux femmes ou deux enfans, par exemple, ou mieux encore, une femme et un enfant. Alors on donne à chaque couple une bêche qui doit être maniée par l'ouvrier le plus fort et le plus grand; par la femme, par exemple, en supposant que chaque couple se compose d'une femme et d'un enfant. On dispose ces couples vers l'une des extrémités du champ à partir d'un coin et en lignes sur la largeur, et l'on donne à chaque couple quatre lignes à déplanter. L'ouvrier armé de la bêche l'enfonce verticalement ou à peu près dans le sol, le plus près possible de la racine, mais sans la toucher, puis il appuie sur le manche de sa bêche qui fait alors fonction de levier; il soulève par-là même la terre qui enveloppe la betterave, et la

détache du sol. Il continue ainsi sur les quatre lignes qui lui sont données à déplanter. L'enfant qui suit, saisit chacune de ces racines proche du collet par les pétioles ; il en réunit ainsi une ou deux dans chacune de ses mains suivant la grosseur, il les secoue l'une contre l'autre en rapprochant les mains, puis il les dispose sur deux rangs côte à côte et dans le même sens, c'est-à-dire que chaque rang doit présenter les racines l'une près de l'autre, la pointe dirigée du même côté et les collets placés sur la même ligne autant que possible. Cette dernière condition est très essentielle, et l'on en sentira mieux l'importance quand je parlerai du décolletage.

Ce mode de déplantage est à mon avis ce qu'il y a de mieux ; je l'ai vu pratiquer chez mon ami Cafler, et la besogne s'expédie ainsi plus promptement que par tout autre moyen. Disons cependant qu'ici, comme partout où il y a des ouvriers, il faut un surveillant qui conserve l'ordre et veille à ce que tout le monde travaille. Cette surveillance est très facile ici, parce que tous les ouvriers commençant ensemble et ayant chacun une tâche pareille, doivent avoir terminé en même temps le déplantage de leurs quatre lignes que l'on peut appeler des quadrilles. En effet les paresseux ou les couples moins actifs et moins diligens peuvent être facilement distingués,

parce qu'ils restent en arrière. Ce moyen facile de vérification stimule leur zèle, excite leur émulation, et apporte dans le travail une célérité qu'il serait impossible d'obtenir autrement. En effet, M. Cafler m'a assuré que depuis qu'il avait adopté ce mode de déplantage, cette opération lui coûtait moitié moins; je le crois, et cela est facile à concevoir par ce que je viens de dire.

Il faut toujours éviter de déplanter pendant la pluie : car alors le travail est très-difficile, et pour ainsi dire impossible, parce que la terre s'attache aux pieds des ouvriers, à la bêche et aux racines.

SECTION II.

Décolletage ou amputation des collets des betteraves.

Lorsque les betteraves sont disposées en lignes et accotées régulièrement, comme je l'ai expliqué dans la section précédente, un ouvrier armé d'une bêche tranchante, qui doit être plane et bien aiguisée, se promène entre les lignes en tenant sa bêche dans une position un peu inclinée vers sa droite; puis il coupe les collets en abaissant sa bêche comme s'il voulait l'implanter dans le sol dans la position où il la tient. Il donne à chaque coup, c'est-à-dire à chaque collet qu'il

abat, une petite secousse du poignet pour que le coup ne rate pas. Il fait cette opération en marchant, et pour peu qu'il ait d'adresse et de vivacité, le décolletage marche rondement, et deux décolleteurs pourraient suivre le travail de vingt-cinq couples de déplanteurs. On peut concevoir maintenant l'utilité de disposer les betteraves dans le même sens, et les collets placés sur une même ligne; alors, en effet, l'ouvrier chargé de couper ces collets, comme je viens de l'expliquer, exécute sa besogne plus rapidement et mieux, n'ayant pas besoin de déranger sa bêche à chaque racine. Il suit alors une même ligne droite horizontale, ce qui est toujours plus facile que de suivre une ligne courbe. Il faut cependant qu'il ait un peu d'exercice pour couper le collet convenablement, c'est-à-dire ni trop ni trop peu; car pour que l'opération soit bonne, il faut qu'il n'enlève à la betterave qu'une portion de chair suffisante pour séparer les pétioles à leur naissance. Cette amputation a pour but d'empêcher la reprise des feuilles, ce qui arriverait très fréquemment si l'on se bornait à les arracher sans couper avec elles le collet sur lequel elles sont fixées; et cette végétation serait toujours une chose préjudiciable au sucre.

Le décolletage des racines n'a donc d'autre but que de favoriser une meilleure conservation,

car il détermine d'un autre côté une plaie qui n'est un bienfait pour la racine que parce qu'elle évite un mal plus grand.

SECTION III.

Mise en monts et transport dans les réserves.

Lorsque les betteraves sont déplantées et décolletées, il est convenable de les laisser au moins quelques jours éparses sur la terre pour sécher la plaie produite par l'amputation du collet et favoriser dans la betterave elle-même une vaporisation d'eau favorable à sa conservation. Ainsi, lorsque le temps sera sec et chaud, on ne pourra pas les laisser trop long-temps exposées dans cet état à l'air et au soleil. L'on conçoit que si le temps était pluvieux il serait inutile de suivre cette méthode, parce qu'alors elle ne pourrait remplir le but qu'on se propose.

Dans ce dernier cas, ou dans le cas contraire, lorsque l'on juge que les racines ont été suffisamment exposées à l'air sec, on les dispose en monts, c'est-à-dire qu'on groupe en un tas, sur un seul mètre à peu près, toutes les racines récoltées sur 60 ou 100 mètres carrés; on forme ainsi dans les champs une foule de petits tas que l'on peut aussi laisser impunément quelque temps à l'air, parce que la betterave continue à en recevoir l'influence

favorable si celui-ci est sec, et que, d'un autre côté, s'il est humide, les racines souffrent moins de l'eau et de l'humidité que lorsqu'elles sont éparses, dans l'état où les laisse le décolletage.

Cette disposition des racines en monts est de plus indispensable pour leur enlevage, car l'on sent que si on les laissait pêle-mêle sur le champ, le chargement des voitures serait bien plus lent, et que celles-ci, en roulant sur le sol, pourraient froisser et perdre ainsi un grand nombre de racines, ce qui n'arrive point par la disposition préalable en tas, comme je viens de le dire.

Il n'y a guère d'inconvéniens à faire les tas un peu plus ou moins gros; seulement on conçoit qu'ici plus les tas seront gros, plus ils exigeront de main-d'œuvre pour être formés, parce que alors il faudra une plus grande surface de terrain pour les former, et que somme toute ils exigeront plus d'aller et venir de la part des ouvriers qui les formeront.

J'ai dit plus haut, en parlant du déplantage, que cette opération, le décolletage et la mise en monts, exigeaient l'emploi de soixante ouvriers, femmes et enfans, pour le travail d'un hectare et demi de terre. Dans les contrées du nord où j'ai pris ces documens, la journée d'une femme et d'un enfant employés à ce travail coûte 50 centimes : cela fait donc une dépense de 30 francs

pour la récolte d'un hectare et demi, ou 20 francs par hectare; mais dans ces frais ne sont pas compris ceux de charroi, de chargement, de déchargement des voitures pour la mise en magasin.

Ces derniers frais sont extrêmement variables avec les localités, parce qu'ils dépendent des distances qui séparent les cultures des réserves, de la nature des routes qui peuvent exiger un nombre de chevaux plus ou moins grand, etc. Ainsi, en admettant que les cultures soient convenablement groupées autour de la fabrique, qu'une voiture tirée par trois chevaux puisse charger 1500 à 2000 kilogrammes de racines, et qu'une semblable voiture, conduite par un homme, coûte au cultivateur 10 francs par jour, y compris l'intérêt du capital du char, des chevaux et les réparations, on pourra compter que la récolte et la rentrée des racines dans la fabrique ou dans le magasin coûteront 35 à 40 francs par hectare. Le charroi serait donc évalué ici à 15 ou 20 francs l'hectare, ce qui peut être considéré comme un prix moyen.

Les feuilles restent sur le sol, et sont considérées comme une bonne demi-fumure qui agit sur la récolte qui suit. J'ai expliqué plus haut pourquoi il n'est pas convenable de les donner aux bestiaux.

CHAPITRE VIII.

Question économique de Culture.

Tous les auteurs qui ont écrit sur le sucre de betteraves, ont donné des comptes de culture qui diffèrent entre eux, et cela devait être, non-seulement parce que ces frais complexes en eux-mêmes doivent varier avec les diverses contrées, mais encore parce qu'il est difficile à l'homme de se tenir dans un juste milieu, et de ne pas adopter une manière de voir avec passion; dès-lors on se persuade suivant le sens de cette même passion, et l'on cherche à communiquer aux autres une persuasion qui n'est le plus souvent qu'une erreur.

Ainsi, suivant les calculs de M. Achard, les cinq cents kilogrammes de betteraves ne devraient pas coûter au cultivateur plus de 5 fr. 90 cent., tandis que, suivant les évaluations de M. de Dombasle, cette même quantité doit coûter au cultivateur au moins 14 fr. 50 cent. Ces deux évaluations sont également exagérées, et je regrette sincèrement de ne pouvoir adopter le compte de M. de Dombasle, pour les connaissances duquel je professe d'ailleurs une très grande vénération. J'aurai

Digitized by Google

occasion par la suite, et je l'ai même en ce moment, de reprocher à ce savant estimable, d'avoir peu servi la cause du sucre de betteraves en produisant des comptes qui lui sont si peu favorables ; et en effet, il est facile de prouver que si les manufactures françaises trouvaient dans leur fabrication une question économique semblable à celle que M. de Dombasle a présentée suivant sa propre expérience, il est facile de démontrer, dis-je, que dans les circonstances actuelles elles ne pourraient pas se soutenir un seul instant. Comment se fait-il donc qu'elles aient travaillé dans des circonstances encore moins heureuses? Il est donc démontré par-là même qu'il y a du bénéfice à faire du sucre, tandis que si l'on en croyait l'auteur sus-mentionné, aucune fabrique ne s'établirait maintenant, parce qu'elle ne présenterait que des chances de perte. M. de Dombasle n'a point voulu insinuer cette persuasion volontairement, puisqu'il est lui-même grand partisan de la fabrication du sucre de betteraves ; mais il l'a fait de fait par ses évaluations défavorables, méticuleuses, et j'oserai même dire inexactes.

Pour nous éclairer dans une semblable question, je ne crois pas pouvoir prendre un meilleur chemin que de donner successivement les diverses questions économiques de culture produites par différens auteurs, et je les rapporterai à l'hectare.

Compte de culture de M. Mathieu de Dombasle par la méthode en Pépinière.

Les terres cultivées par M. de Dombasle se trouvaient dans le vallon de la Meurthe près de Nancy. Ces terres, suivant l'observation de l'auteur, sont un mélange de silice, d'alumine, d'oxide de fer et d'une quantité variable d'humus. J'ai vu plusieurs fois ces terrains, et ils ne m'ont paru que médiocrement fertiles ; ils ont au reste peu de profondeur.

Compte.

Prix de la location du terrain y compris les engrais...............	65f	»c
Labours et hersages............	75	»
Achat de la graine..............	5	»
Culture du plant qui coûte 150 f. l'hectare, et donne du replant pour 10 hectares, c'est le 10me......	15	»
Repiquage au rayonneur, vingt-cinq journées de femmes...........	25	»
Arrosage, éventuellement trois journées d'homme...............	3	60
Pour le service du rayonneur et de la houe à cheval, pour le transport du replant et de l'eau, quatre journées d'un cheval et d'un homme	16	»
A reporter...	204f	60c

Report.........	204f 60c
Pour achever le travail de la houe dans les deux binages, dix-huit journées de femme............	18
Arrachage, nettoyage et chargement, trente cinq journées de femme..	35
Salaire du surveillant et dépenses imprévues..................	25
Transport de la récolte.........	80
Ensemble..	362f 60c

L'auteur estime ainsi qu'un hectare de terre cultivé en pépinière (et il considère ce mode de culture comme le plus économique), coûterait 362 f. 60 c., et qu'il coûterait à la volée 67 f. 40 c. de plus, c'est-à-dire 430 f. Il estime le produit moyen d'un hectare de terre en racines 12,500 kilogrammes. Ainsi, dans le premier cas, celles-ci reviendraient au cultivateur à 14 f. 50 c., et dans le second à 17 f. 20 c. les 500 kilogrammes.

Voici maintenant un compte de culture fourni par M. le comte Chaptal, dans son Mémoire sur le sucre de betteraves, publié en 1818. Ce compte était établi pour un arpent. J'ai cru convenable de le rapporter à l'hectare pour conserver une mesure agraire commune, et je me suis basé dans ce calcul sur l'arpent de Paris, qui est, je pense,

celui désigné par l'auteur ; celui-ci est à l'hectare à très peu près comme 1 est à 3.

Compte de Culture de M. Chaptal.

1°.	Loyer d'un hectare..........	60f
2°.	Deux labours profonds.......	72
3°.	Deux sarclages..............	60
4°.	Achat de la graine...........	9
5°.	Semence et hersage.........	66
6°.	Arrachement et transport.....	120
7°.	Engrais	150
8°.	Impositions.................	15
	Ensemble..	552f

Cette somme excède de beaucoup celle fournie par M. de Dombasle, et cependant M. Chaptal estime que la betterave ne revient pas à l'agriculteur à plus de 9 f. 20 c. les 500 kilog. Cette différence tient à ce que l'un estime beaucoup plus haut que l'autre le produit de la terre. En effet, M. Chaptal affirme que le produit moyen d'un arpent en betteraves est de 10,000 kilog. ; soit 30,000 kilogrammes par hectare.

Divers comptes de Culture de M. Crespel d'Arras.

1°. *Compte d'une culture faite sur un terrain que M. Crespel loue à bail.*

Loyer d'un hectare..............	107f	»c
Impôts.........................	16	27
A reporter...	123f	27c

Report.........	123f	27c
Deux labours et deux hersages....	55	80
Trois sarclages..................	55	80
Fumier évalué..................	55	80
Déplantation..................	14	
Transport des racines dans le magasin..................	46	50
Achat de la graine..................	14	
Ensemble..	365f	17c
Pour arrondir	365f	»c

M. Crespel compte le produit moyen d'un hectare de terre en betteraves pour 25,000 kilog. à peu près; mais il estime qu'elle peut aller à 30,000 kilog. : ainsi, en admettant son produit moyen, nous trouverons que la betterave lui revient, d'après le compte ci-dessus, à 14 f. 60 c. les mille kilog., ou 7 f. 30 c. les 500 kilog.

2°. *Autre compte de culture.*

Ici M. Crespel loue des terres toutes préparées à l'année seulement.

Il paie ainsi un hectare où il n'a que les opérations et les frais suivans à faire, y compris les impositions,	465f	»c
Sarclages..................	55	80
Déplantation..................	14	
A reporter...	534f	80c

Report.........	534f 80
Graine........................	14
Ensemble..	548f 80

Cette somme est bien plus forte que l'autre, parce qu'elle emporte une partie du bénéfice du fermier ; et elle porte les betteraves à 10 f. 47 c. les 500 kilogrammes, en comptant sur le même produit moyen de 25,000 kilogrammes à l'hectare.

Compte de culture de M. Casler.

Location d'un hectare..........	93f »c
Impôt........................	16 25
Trois labours, hersages et roulages.	55 80
Trois ou quatre sarclages, y compris l'éclaircissement et le repiquage intercalé que l'on exécute avec le premier sarclage......	27 90
Fumiers.....................	116 30
Graine, 21 liv. à 25 fr. le cent...	5 25
Déplantage, y compris le chargement et le déchargement des voitures....................	34 90
Charroi......................	46 50
Ensemble......	395f 90c
Pour arrondir..	400f »c

Digitized by Google

Cafler compte sur un produit moyen de 30,000 kilogrammes ; ainsi il évalue que la betterave ne lui revient pas à plus de 6 francs 65 centimes les 500 kilogrammes, et quelquefois moins, parce qu'il assure avoir souvent de plus grands produits encore.

Compte de culture de monseigneur le duc de Raguse (1), *à Châtillon-sur-Seine.*

Location d'un hectare et impôts....	150f
Trois labours, etc................	60
Semailles.........................	6
Fumiers...........................	75
Deux sarclages....................	66
Récolte, chargement des voitures, etc.	48
Charroi.......	15
	420f

Le produit de cet hectare est compté pour 20 à 30 mille kilogrammes ; la moyenne serait donc de 25,000, et, dans ce cas, les 500 kilogrammes reviendraient à 8 francs 40 centimes.

(1) Ce compte m'a été donné par un Polonais de mes amis qui l'a recueilli du directeur de la fabrique dans l'année 1823.

Compte de culture du général Préval, à Beauregard, près Blois (1).

Location et impositions........	39f 30c
Labours et hersages...........	78 60
Fumiers et semailles...........	29 45
Sarclages et binages...........	50 »
Arrachage....................	33 30
Transport et conservation......	33 30
Intérêt et bénéfice de culture...	33 30
Ensemble......	297f 25c
Pour arrondir..	300f

On compte, dans cette culture, sur un produit moyen de 16,390 kilogrammes à l'hectare, ce qui porte le prix des 500 kilogrammes de racines à 9 francs.

Compte de culture de M. Masson, à Pont-à-Mousson, près Nancy, département de la Meurthe.

Location et impôts.............	120f »c
Labours et hersages............	18 »
Fumier..........	» »
A reporter...	138f »c

(1) Ce compte et les suivans ont été consignés à l'article Betteraves du Dictionnaire technologique, par M. Payen, qui les a recueillis directement des propriétaires.

Report.........	138f	»c
Semences....................	14	40
Sarclages et binages............	39	»
Arrachage....................	60	»
Transport et conservation......	33	»
Ensemble......	284f	40c

Le produit d'un hectare en racines est compté dans cette fabrique pour 16,500 kilogrammes; ainsi dans cet état 500 kilogrammes de racines reviennent à 8 francs 60 centimes.

Compte de culture de M. André, à Pont-à-Mousson (Meurthe).

Location et impôts.............	120f	»c
Labours, hersages, fumiers et semailles....................	32	10
Sarclages et binages............	49	80
Récolte et arrachage............	54	»
Transport et conservation......	30	»
Ensemble......	285f	90c

Ce coût de culture d'un hectare est à peu près le même que le précédent, et cela doit être; car M. Masson et M. André se trouvent tous les deux dans la même ville. Il n'en est pas de même du produit en racines, que M. André compte pour 18,000 kilogrammes à l'hectare, au lieu de 16,500 comptés par M. Masson. Cette différence de ré-

Digitized by Google

colte pourrait exister réellement : il suffirait pour cela que les terres de M. André fussent meilleures ou mieux exposées que celles de M. Masson. Ainsi, dans la fabrique qui nous occupe, 500 kilogrammes de racines reviennent au cultivateur à 7 francs 95 centimes.

Compte de culture de M. Grenet-Pelé, à Toury (département d'Eure-et-Loir) (1).

Loyer et impôts d'un hectare.......	60f
Labours et hersages..............	45
Fumiers.........................	»
Semailles........................	45
Sarclages et binages..............	66
Arrachage........................	36
Transport et conservation.........	36
Intérêts et bénéfice de culture......	45
Ensemble......	333f

On compte, dans cette culture, sur un produit moyen de 26,625 kilogrammes à l'hectare, ce qui porte le coût de 500 kilogrammes à 6 francs 25 centimes.

(1) M. Payen ne donne point, dans ce compte, l'étendue de terrain dont il indique les frais; mais je suppose que la mesure cultivée par M. Grenet est le petit arpent, de sorte que je rapporte son compte à l'hectare d'après cette base.

Digitized by

Compte de culture de M. Demars, ex-maire à Aubervilliers (dit les Vertus), près Paris (1).

Location et impôts d'un hectare....	120f
Labours et hersages..............	90
Fumiers..........................	180
Ensemencement...................	57
Sarclages et binages...............	75
Arrachage........................	66
Transport.........................	60
Conservation......................	30
Intérêts et bénéfice de culture......	75
Ensemble......	753f

Le produit moyen est compté pour 37,500 kilogrammes, ce qui établit le prix de 500 kilogrammes de racines à 10 francs. Remarquons que dans ce compte tout est porté à un prix très élevé : cela tient au voisinage de la capitale.

J'ai pensé que l'on verrait avec intérêt ces divers comptes groupés synoptiquement dans un tableau qui permette aux observateurs de faire des rapprochemens curieux sur l'état de l'agriculture dans nos divers départemens.

---

(1) M. Payen n'indique pas non plus pour ce compte la surface du sol cultivé; mais je suppose que c'est aussi calculé sur le petit arpent. M. Demars n'est point fabricant de sucre de betteraves, et ne cultive les betteraves que pour les vendre aux nourrisseurs.

La seule inspection de ce tableau peut faire naître des idées utiles, et motiver en quelque sorte les divers résultats obtenus en diverses contrées. En effet, en comparant successivement les diverses colonnes, l'on remarquera que les plus grands produits sont obtenus avec, je ne dirai pas les plus grands frais de culture, mais avec les cultures où l'on met le moins de parcimonie dans les amendemens et les engrais ; et je ne doute pas que la remarque que l'on fait ici sur ce tableau établi pour dix propriétés distribuées sur divers points de la France, ne s'étende à toutes les localités. Ainsi l'on remarquera, comme on peut le faire ici, que MM. Mathieu de Dombasle, le général Préval, Masson et André qui donnent les produits les plus faibles, sont ceux qui présentent dans leurs comptes le moins de frais. Les locations ne peuvent pas être prises ici en considération, parce qu'elles peuvent varier, non pas seulement avec la fertilité, mais encore avec la position des terres plus ou moins voisines des villes; ainsi MM. Crespel, Préval, Masson, André et Demars paient plus de location que les autres, parce qu'ils exploitent des terres voisines des villes. Les engrais présentent ici une observation non moins importante : M. de Dombasle ne compte que 65 fr. par hectare pour engrais et location, tandis que M. Chaptal compte pour les seuls engrais une

un hectare de terre.

NATUR	M. Grenet-Pelé.	M. Demars.
Locatio	60f »c	120f »c
Valeurs	(e)45 »	(e)90 »
Valeurs	(f)66 »	(f)75 »
Semaill	(g)45 »	(g)57 »
Engrais	» »	180 »
Enseme hersa	» »	» »
Arrach	36 »	66 »
Transp	36 »	90 »
Culture piqua	» »	» »
Arrosag	» »	» »
Salaire	» »	» »
Intérêt cultu	45 »	75 »
Coût d'	333f »c	753f »c
Produit hecta	26,625k	37,500k
Valeur	6f 25c	10f »c

OBSERVATIONS.

(*a*) La valeur des engrais est comptée dans la location. (*b*) Ce n'est qu'un repassage. (*c*) Les hersages et roulages sont compris dans cette somme. (*d*) M. Crespel donne, outre cette somme, aux déplanteurs, les feuilles pour salaire. (*e*) Ce prix comprend les hersages. (*f*) Ce prix comprend les binages. (*g*) Les frais d'ensemencement compris. (*h*) Dans cette somme sont compris les hersages, fumiers et semailles.

RÉCAPITULATION.

	Produit d'un hect. en kil.	Coût de 500 kil.	
	12,500 k.	14 fr.	50 c.
	30,000	9	20
	25;000	7	50
	30,000	6	65
	25,000	8	40
	16,390	9	»
	16,500	8	60
	18,000	7	95
	26,625	6	25
	37,500	10	»
Total...	237,515 k.	88 fr.	5 c.
Moy....	23,751	8	80

Digitized by Google

somme de 150 fr.; MM. Préval, Masson et André ne comptent aussi presque rien pour cet objet. Ainsi l'on voit encore que M. Demars qui recueille les plus grands produits, est celui qui donne le plus d'amendemens et d'engrais; et l'on fera encore la même observation pour Cafler. Quoique les fumiers ne figurent ici dans les comptes de ce dernier que pour 116 fr., et par conséquent pour une somme moindre que celle de M. le comte Chaptal, il ne faut pas croire pour cela qu'il en mette moins; je suis certain du contraire; cette différence tient sans doute à une valeur différente dans les engrais employés par les propriétaires qui se trouvent dans des localités différentes. En effet, la valeur des engrais peut varier beaucoup avec les lieux, et l'on peut dire en général que les engrais sont d'autant plus chers, les labours d'autant moins coûteux et la main-d'œuvre d'autant moins chère, que les pays sont mieux cultivés. On pourra faire l'application de ces généralités par l'inspection du tableau que je viens de présenter. En effet, l'on remarquera que Cafler, qui a son exploitation dans le département du Nord, si célèbre par son agriculture, n'estime trois labours que 55 francs, tandis que MM. de Dombasle et Chaptal en estiment deux environ 70 francs; cela tient à la perfection de la charrue usitée dans le département du Nord, sous le nom de

Brabant. Cafler n'estime quatre sarclages que 27 francs, quand M. le comte Chaptal en évalue deux 60 francs ; cela tient à ce que dans le département du Nord les ouvriers sont plus exercés à la manœuvre du sarclage, puisque l'on y sarcle même les céréales. Cafler enfin compte 80 f. 50 c. pour arrachage et charroi des racines, quand M. de Dombasle les évalue à 115 francs, et M. Chaptal 120 fr.

J'ai cru convenable de présenter ainsi divers comptes, afin de ne rien particulariser dans mon ouvrage, et de donner au lecteur des évaluations faites dans des contrées très différentes. Par ce moyen il sera plus à même de juger approximativement ce que pourrait lui coûter la betterave dans la localité où il voudrait établir sa manufacture, en la rapportant à celle des dix comptes présentés qui s'en rapprochent le plus par son sol et son climat.

Somme toute, l'on voit que la fabrication du sucre de betterave appartient éminemment à ceux de nos départemens où la culture a fait le plus de progrès. Ainsi le département du Nord la revendique par-dessus tous les autres, et il a d'autant plus besoin de cette acquisition qu'il perd chaque année de plus en plus les graines oléagineuses qui ont contribué si puissamment à sa fortune et à sa richesse, aussi long-temps

Digitized by

qu'il est resté à peu près seul en possession de ce genre de culture. Mais aujourd'hui que l'Alsace, la Lorraine, la Franche-Comté et un grand nombre de départemens de l'intérieur, ont adopté et adoptent tous les jours la culture des graines oléagineuses, il faut aux sols riches du Nord une nouvelle acquisition; et la betterave est, j'ose le dire, sa seule ressource. J'oserai même affirmer que la betterave fera, pour les départemens du Nord et du Pas-de-Calais, ce que n'ont jamais fait pour eux ni le colzat ni l'œillette, etc.

Il est assez difficile de fixer d'une manière exacte la moyenne du produit de la terre en betteraves pour chaque localité, parceque ce produit varie beaucoup avec la nature des sols, le mode de culture, l'état de fertilité actuel, l'assolement et même l'année. Cependant on peut dire avec certitude que dans toutes les localités où l'on cultive la betterave pour le sucre, on n'est rien moins encore que parvenu à faire produire à la terre tout ce que ce genre d'industrie peut en faire attendre.

En effet l'expérience a démontré que dans de bons terrains et de bonnes années, l'on peut récolter jusqu'à 80 et même 90,000 kilogrammes de racines à l'hectare; et la possibilité de ce résultat est facile à démontrer. Dans de bons terrains, l'on peut sans inconvénient espacer

Digitized by Google

les betteraves à un pied, et espérer d'obtenir avec cet espacement des racines qui aient un poids moyen d'un kilogramme. Ainsi, un hectare de terre contient 95,259 pieds carrés de surface. Sur les données que je viens d'établir, un semblable terrain pourrait donc produire 95,259 racines, qui, à un kilogramme chacune, donneraient un produit de 95,259 kilogrammes, quantité qui excède, comme on le voit, le maximum indiqué ci-dessus, comme résultat obtenu. Je reste bien convaincu qu'il serait possible d'arriver à obtenir un produit pareil dans les belles et riches campagnes du département du Nord, et qu'on pourrait parvenir à en approcher plus ou moins dans les autres départemens, en adoptant la fabrication du sucre de betteraves, et en profitant par-là même des bienfaits inappréciables qu'elle promet à la production agricole.

Il y a pour cela, il est vrai, beaucoup à faire : il faut perfectionner la culture de la betterave, et la culture en général, ne mettre aucune parcimonie dans les moyens d'étendre la fertilité du sol, savoir faire à propos des sacrifices utiles, et bien se persuader qu'il n'y a pas d'avances plus fructueuses que celles que l'on fait à la terre en amendemens, en engrais et en soins de toutes espèces.

Digitized by Google

Le résultat que j'ai indiqué ci-dessus comme possible est un résultat qui est sinon mathématique, mais au moins encore à une distance immense des résultats pratiques. Et pour en trouver les causes, il suffit de parcourir quelques campagnes cultivées en betteraves et d'entrer dans quelques plants. Cette année encore, en visitant dans les environs d'Arras les belles cultures de l'Artois, je remarquai des champs de betteraves à sucre qui présentaient au moins une grande moitié de clairs, c'est-à-dire que la moitié du terrain ensemencé ne portait point de racines : quelle perte pour l'agriculteur! et quel avantage n'y aurait-il point à trouver les moyens d'éviter de semblables accidens! Ces moyens existent, n'en doutons pas; et en effet, parmi les cultures bien connues, comme les céréales, voit-on jamais des lacunes pareilles? Les récoltes de ce genre, il est vrai, sont très variables en quantité et en qualité; mais les clairs semblables à ceux que je viens de signaler sont inconnus pour les fromens, orge, etc., et en général pour toutes les cultures que l'on pratique bien, parce qu'on le fait depuis long-temps.

Espérons donc que lorsque la culture de la betterave sera répandue dans plus de mains, elle trouvera enfin les lumières propres à la faire prospérer avec tous les élémens de succès dont elle est susceptible.

Digitized by Google

On peut voir dans le tableau donné précédemment, article Récapitulation, que la production moyenne d'un hectare en racines, établie d'après dix cultures, s'élève à vingt-trois mille sept cent cinquante-un kilogrammes, et que la valeur moyenne de cinq cents kilogrammes de betterave est de 8 f. 80 c. Nous nous baserons sur ce prix, pour établir plus loin les questions économiques de fabrication.

CHAPITRE IX.

Conservation des betteraves.

La conservation des betteraves peut être considérée comme l'une des conditions les plus indispensables au succès d'une sucrerie ; et c'est aussi sans doute l'une des opérations les plus difficultueuses que présente le genre d'industrie qui nous occupe.

Si l'on pouvait éviter cette manœuvre et opérer pour les betteraves comme on le fait pour les cannes, c'est-à-dire les récolter à fur et à mesure des besoins de la fabrique, il n'y aurait plus alors de difficultés ; mais il n'en est pas ainsi. En effet

Digitized by Google

nous avons vu précédemment que la récolte des racines doit s'effectuer vers la fin de septembre ou dans le courant d'octobre; et cela est indispensable, parce que alors les betteraves étant arrivées à maturation, doivent être autant que possible enlevées par un temps sec, et qu'elles ne peuvent pas attendre pour être récoltées les besoins de la fabrique, à cause des gelées qui empêcheraient tout-à-la-fois cette manœuvre, et altéreraient le fruit. Il faut donc indispensablement aviser aux moyens de conserver les racines après la récolte, jusqu'au mois de janvier ou de février, époque jusqu'à laquelle se prolongent généralement les travaux des sucreries.

Cette conservation, pendant quatre mois au moins, est aussi absolument indispensable; car si l'on voulait travailler toute une récolte sans l'emmagasiner, il faudrait une usine d'une telle importance, que la question économique de fabrication deviendrait défavorable à ce genre d'industrie. Il y a plus, l'un des grands avantages de la fabrication du sucre de betteraves est de fournir des alimens humides aux bestiaux pendant toute la morte-saison; et l'on sent que si l'on voulait resserrer les travaux dans un espace de temps très court, cet avantage disparaîtrait, et les pulpes seraient perdues.

Il n'y a donc, je le répète, point de moyens

Digitized by Google

d'éviter la conservation des betteraves pour leur exploitation en sucre. La conservation est indispensable, et dans cette exigence il n'y a d'autres recherches à faire, que de travailler à perfectionner les modes de conservation.

Avant d'arriver à indiquer les différens modes connus et usités pour conserver les betteraves, il ne sera pas inutile d'indiquer les diverses causes qui nuisent à une bonne conservation ou qui la favorisent.

SECTION PREMIÈRE.

Force végétative.

Toutes les racines, comme tous les fruits, conservent, après leur récolte, une force végétative qui leur fait subir des modifications très remarquables. Ainsi l'on est à même d'observer journellement ce phénomène dans les fruits que l'on récolte avant leur maturité, et qui, conservés dans des circonstances convenables, acquièrent toute la saveur de ceux qui ont mûri sur l'arbre. Le changement qui se produit alors dans les fruits est, suivant le beau travail de M. Berard, la conversion d'un acide en sucre d'une nature particulière, qui est propre à presque tous les fruits doux, mais qui ne cristallise pas. On sait en effet que les fruits verts ont presque toujours une

Digitized by

grande acidité qui les rend âpres à la langue, tandis que la maturation leur donne cette saveur sucrée et ce goût agréable qui les fait rechercher pour le luxe de nos tables.

L'on aurait pu croire, par une analogie mal interprétée, que des phénomènes pareils se produiraient dans les betteraves, et que leur conservation contribuerait à développer en elles le principe sucré qu'on y recherche. Mais l'expérience confirme jusqu'à présent qu'il n'en est pas ainsi. La betterave, au contraire, faiblement acide quand on la récolte, acquiert une acidité plus intense dans les magasins. *Voyez* à ce sujet mes Expériences consignées à la fin de cet ouvrage.

La betterave conserve après la récolte sa force végétative, d'autant plus qu'étant bisannuelle et récoltée dans la première année de sa végétation, elle doit conserver pour la seconde les principes de vie propres à la reproduire. Cette force agit dans la betterave immédiatement après qu'on l'a arrachée au sol, et elle continue d'agir ensuite avec une énergie et une intensité d'autant plus grandes, que les circonstances ambiantes lui sont plus favorables. Ainsi, la chaleur, un air humide et la lumière sont les agens les plus propres à seconder la force végétative, tandis qu'au contraire le froid, ou au moins une température moyenne et constante, l'air sec et l'ob-

Digitized by Google

scurité rendent presque insensible l'action de cette force.

Les résultats de cette action sont toujours des modifications, des changemens ou des altérations dans le nombre et la nature des matériaux immédiats, comme nous le dirons plus loin en parlant de ces mêmes matériaux. Nous nous bornerons ici à signaler le changement qui nous importe le plus, je veux dire la disparition partielle ou totale du sucre cristallisable, et sa transformation en sucre liquide.

En général on peut remarquer cette altération dans la première quinzaine de la récolte ; car si l'on a profité d'un temps bien favorable pour effectuer celle-ci, et que l'on commence en même temps les travaux, on remarquera que, toutes circonstances égales d'ailleurs, le sucre qui sera fabriqué le premier, c'est-à-dire avec les betteraves arrivant directement du champ, sera toujours le plus beau, et que la qualité et la quantité iront toujours en décroissant jusqu'à la fin du travail, de telle sorte même que, si les betteraves étaient placées dans des circonstances favorables à leur décomposition, on pourrait bien finir par n'obtenir que du sirop. Alors la seule ressource serait d'avoir recours à la distillation.

Cette altération ne marche cependant pas avec

Digitized by Google

des intensités égales; cela dépend des années, c'est-à-dire de la qualité plus ou moins aqueuse de la racine, et des circonstances environnantes. Ainsi, quand le temps se conserve chaud et humide après la récolte, que la betterave elle-même est très aqueuse, l'altération peut se faire sentir d'une manière très remarquable, même dans la première quinzaine des travaux. Quelquefois même elle est si brusque qu'elle survient d'un jour à l'autre.

Il est arrivé quelquefois aux manufacturiers d'entamer une partie de betteraves au milieu de leurs travaux et de n'en pouvoir rien tirer, tandis qu'en abandonnant ces betteraves à elles-mêmes, et les reprenant quelque temps après, elles donnaient de fort beau sucre. Ce fait, et plusieurs autres aussi singuliers, m'ont été confirmés par l'expérience de plusieurs fabricans, qui l'utilisent même dans leurs travaux, c'est-à-dire que lorsqu'une partie de racines ne leur rend rien, ils l'abandonnent pour la reprendre plus tard. Je recommanderai cette méthode aux personnes qui entreprendront la fabrication du sucre, comme une chose très praticable, et qui compromet leurs intérêts moins que le découragement.

SECTION II.

Action de la chaleur.

La chaleur est l'une des causes les plus puissantes de la décomposition des matières organiques humides, et son action sur leurs matériaux est d'autant plus énergique qu'elle est plus insuffisante pour les dessécher et qu'elle est plus long-temps prolongée.

La chaleur, aidée de l'action de l'eau, détermine dans la betterave une fermentation qui paraît être d'abord acide, et qui ne tarde pas à devenir putride. Si l'on coupe la racine avant le développement de la fermentation putride, on y remarque la formation de cellules nombreuses, qui sont remplies d'une matière filante, analogue au glaireux qui se forme dans le jus exprimé. Il en a d'ailleurs toutes les propriétés chimiques. La betterave râpée et pressée dans cet état ne donne aussi qu'un jus glaireux, qui ne donne plus sensiblement de sucre à l'analyse, et point du tout de matière cristallisable. Les acides malique et acétique y prédominent beaucoup.

Lorsque la betterave est passée à la fermentation putride, sa chair est devenue noire, et peut être facilement écrasée sous le doigt. Sa surface se recouvre de moisissure, et on re-

Digitized by Google

trouve encore dans le liquide du fruit la matière visqueuse précitée.

La température atmosphérique étant le plus souvent très froide pendant tout le temps de l'emmagasinage des betteraves, et celles-ci ayant plus alors à redouter de la part de l'atmosphère l'influence de la gelée que celle d'une température trop élevée, on conçoit que la chaleur, qui nuit souvent à la bonne conservation des racines, n'a point sa source dans l'air. Celle-ci en effet se trouve dans les racines elles-mêmes, qui, agglomérées en grandes masses, développent toujours par l'action vitale de la force végétative une température qui peut devenir assez intense, quand les circonstances ambiantes ne viennent point la mitiger. Ainsi, plus les racines seront groupées sous un grand volume, plus elles seront exposées à s'altérer; et si alors le renouvellement de l'air dans la masse ne peut pas s'effectuer facilement, le mal pourra être plus grand encore. *Et vice versâ*, les racines conservées sous de petites masses avec un faible renouvellement d'air, ou réunies sous de grandes masses avec un renouvellement d'air convenable, se conserveront beaucoup mieux.

En effet, il s'agit ici d'enlever à la racine la chaleur qu'elle développe, et qui est l'une des causes de ses altérations. Eh bien, ce résultat, on

Digitized by Google

l'obtient en lui présentant des parois plus multipliées, ou en faisant passer dans sa masse une quantité d'air qui la maintienne toujours à une température convenable. Cet air a d'ailleurs encore une autre fonction utile, ainsi que nous le dirons plus loin.

Si l'on appliquait à la betterave une chaleur artificielle tellement active qu'elle en fût desséchée promptement, il en résulterait d'autres inconvéniens : car, dans ce cas, nul doute que la matière cristallisable ne soit aussi sensiblement altérée ; et de plus alors la betterave desséchée ne pouvant plus être ni râpée ni pressée, ne permettrait plus l'extraction de son sucre.

Il faut donc chercher à conserver les betteraves à une température constante de 10 degrés Réaumur, tout au plus ; et si l'on pouvait la maintenir constamment, pendant toute la conserve, à une température voisine de + 0, ce serait une condition plus favorable encore à une bonne conservation.

SECTION III.

Action de l'air.

L'air ne paraît pas exercer d'action chimique sur la betterave conservée. Au moins, quelques expériences que j'ai tentées pour reconnaître si

Digitized by Google

elle absorbait l'air ou en altérait les principes, ne m'ont point donné de résultats assez constans pour pouvoir en tirer des conséquences rigoureuses. On peut donc considérer l'action chimique de l'air comme nulle, et la négliger sous ce point de vue.

Lorsque l'on conserve les racines en grand dans un espace limité où l'air ne peut pas circuler et se renouveler, elles s'altèrent, comme nous l'avons dit dans la section précédente, et la cause en est alors dans la chaleur; il n'en est plus de même quand l'air peut être renouvelé, parce que alors celui-ci échauffé par la racine est successivement remplacé par d'autre plus frais, tandis que dans l'autre cas l'air échauffé, en séjournant dans le cellier, conserve à la racine la chaleur qu'elle développe, et produit ainsi les altérations observées.

Le renouvellement de l'air joue dans la conservation des betteraves un autre rôle que celui de les refroidir : c'est de les dessécher tout-à-la-fois, et d'augmenter par-là même leur richesse saccharine; voyez plus loin comment cette richesse favorise la conservation.

Des betteraves que j'ai mises en expériences dans un local sec où l'air circulait librement, m'ont donné des résultats que je dois consigner ici.

Digitized by Google

Expériences.

Une racine fut abandonnée, le 27 janvier de cette année, à un desséchement spontané.

Elle pesait alors............ 635 grammes.

Je la pesai successivement aux époques suivantes, et je lui trouvai les poids indiqués en regard :

Le 3 mars....................	421 g.,5
Le 8........................	400
Le 12......................	369
Le 15......................	336

A cette époque, elle était molle et ridée, et n'était plus par-là même de nature à subir un râpage facile. Elle n'avait subi du reste aucune altération. Pendant les quarante-sept jours qu'elle était restée en expérience, elle avait donc perdu 299 grammes, c'est-à-dire pas loin de la moitié de son poids. Remarquons que la température du 27 janvier au 15 mars s'était élevée graduellement de 8 à 12 degrés Réaumur. Si l'on observe dans cette expérience les pertes en eau que la betterave a faites journellement, on ne les trouvera pas constamment décroissantes ; ainsi l'on verra que du 27 janvier au 3 mars, elle a perdu 6g.,1 par jour ; du 3 mars au 8, 4g.,3 ; du 8 au 12, 7g.,75, et du 12 au 15, 11 grammes.

Digitized by Google

Ces pertes inégales eussent dû être décroissantes, et si elles ne l'ont pas été, cela tient aux accroissemens inégaux de température. Au reste, si l'on cherche la perte moyenne que la betterave a subie pendant quarante-sept jours d'expérience, l'on trouvera qu'elle a été de 6^{g},36 par jour.

Dans cet état de desséchement, la betterave n'était plus d'un râpage facile, ce que je reconnus sur d'autres que j'avais mises en même temps en expérience. Je reconnus en même temps que la matière sucrée n'était nullement altérée, et que le jus subissait très bien l'opération de la défécation.

J'avais déjà observé précédemment que des betteraves un peu séchées à l'air, et qui par-là même avaient perdu faiblement la propriété de céder facilement à la râpe, recouvraient presque entièrement cette propriété par un séjour de quelques jours dans l'eau : je fus donc curieux de reconnaître si la racine susdite recouvrerait entièrement dans l'eau celle qu'elle avait perdue, et en même temps la faculté de se râper facilement. C'est dans ce but que je la mis dans l'eau le 15 mars, et que j'en fis successivement les pesées suivantes aux époques indiquées en regard.

Le 15 mars, époque de l'immersion, elle pesait........................ 336^{g}.

Digitized by Google

Le 17, son poids était porté à..	377,5
Le 22........................	428
Le 5 avril....................	551,5

Le 11, je trouvai que son poids n'avait pas changé, et alors je suspendis l'expérience. On voit donc que la racine n'a pu reprendre toute son eau de végétation. Dans l'état où je la retirai de l'eau, le 11 avril, elle avait sensiblement recouvré sa forme première: sa peau était devenue noire, sa chair du blanc mat était passée au blanc transparent; elle se râpait facilement, et son jus était gluant, et ne contenait plus de sucre.

Cette expérience expliquerait comment une betterave peut perdre, dans la terre, de sa richesse saccharine par la pluie, et en acquérir par la sécheresse. Elle légitime l'observation que nous avons faite plus haut, en parlant de la récolte, sur l'importance d'effectuer celle-ci par le temps le plus sec possible, parce qu'alors la betterave est dans son état de richesse saccharine le plus grand.

On vient de voir par l'expérience précédente que la betterave exposée à l'air libre et sec est susceptible de subir un desséchement spontané considérable, et que la chaleur modifie beaucoup cette action de l'air. Ce phénomène en effet ne

Digitized by

dépend de l'influence de l'air qu'autant que celui-ci n'est point saturé de vapeurs pour sa température ; du reste il dépend complètement de la chaleur. On pourrait donc, ainsi que je le dirai plus loin, utiliser cette action pour conserver les racines et augmenter leur richesse saccharine jusqu'aux limites où leur râpage ne serait point rendu impraticable.

SECTION IV.

Action de la gelée, du dégel et des transitions de température.

A l'époque où l'on commença à se livrer à la fabrication du sucre de betteraves, on ne prit aucune précaution pour la conservation des racines; on les réunit en tas dans de grandes cours ou sous des hangars, et sans soins. Seulement on prit la précaution de couvrir de paille celles qui n'étaient pas abritées. Dans cet état on conçoit que les betteraves étaient exposées à toutes les intempéries météoriques, et qu'on ne tarda pas à en reconnaître les inconvéniens.

En effet, il arriva que les betteraves gelèrent ; les opérations allèrent bien aussi long-temps que la gelée dura, et on ne trouva jusque-là entre les racines gelées et celles qui ne l'étaient pas, qu'une difficulté plus grande pour le râpage. La

gelée en effet, en solidifiant l'eau de végétation, rend les racines plus difficiles à entamer avec la râpe. Mais, lorsque le dégel arriva, il n'en fut plus de même, et toutes les racines qui avaient été prises ne tardèrent pas à tomber en pourriture, et à ne plus donner de sucre. Tel est l'effet de la gelée sur les betteraves.

Ce n'est pas cependant que toutes les racines soient également attaquables par le froid, et on a remarqué que les plus riches en sucre résistaient mieux que les pauvres. Ainsi, par exemple, une betterave qui donne un jus à dix degrés aréométriques, pourra facilement supporter une température de cinq ou six degrés sous zéro, tandis qu'il n'en serait pas de même d'une betterave aqueuse à donner un jus de cinq ou six degrés. Dans ce dernier cas, la gelée l'attaque et pénètre de la circonférence au centre; la queue est donc plus vite prise que le corps. Le point de congélation de l'eau étant zéro, la betterave ne peut jamais être prise à ce point, et la plus pauvre commence à peine à geler à deux ou trois degrés sous zéro.

Le mode d'agir de la gelée sur la betterave paraît être plus mécanique que chimique. En effet on sait que l'eau se dilate très sensiblement pour passer à l'état de glace; on conçoit donc que la gelée pénétrant graduellement la racine

Digitized by Google

de couches en couches détermine dans son tissu un froissement Il en est de même encore dans le dégel : aussi une racine dégelée devient-elle flasque, molle et ridée; il est donc probable que ce froissement, qui agit pour ainsi dire de particules à particules, produit sur chacune d'elles l'altération que produit une contusion; c'est-à-dire qu'il en résulte une fermentation putride. Cette opinion est d'autant plus probable que la betterave pourrit réellement dans cette circonstance.

L'on peut juger par l'effet que produit la gelée sur la betterave, de l'action moins énergique des transitions brusques de température. Je considère ces transitions comme des causes redoutables d'altérations que l'on doit chercher à éviter. Ainsi, par exemple, je pense qu'une betterave conservée à l'air libre serait très disposée à s'altérer, si, par suite d'un changement brusque dans l'atmosphère, elle passait subitement d'une température de quinze degrés à cinq degrés ou au-dessous. Cette transition ne peut évidemment s'opérer sans condensation de volume, et par conséquent sans froissemens analogues à ceux de la gelée; et je ne doute nullement qu'une circonstance semblable ne nuise beaucoup à une bonne conservation.

Digitized by Google

SECTION V.

Richesse saccharine.

La richesse saccharine ne variant dans les racines qu'avec leur nature plus ou moins aqueuse, il en résulte que l'influence qu'exerce cette richesse sur la conservation des betteraves, peut tout aussi bien être attribuée à l'eau. On sait en effet que, toutes circonstances égales d'ailleurs, les matières organiques se décomposent avec d'autant plus de facilité qu'elles sont délayées dans une plus grande masse d'eau, et réciproquement. Ainsi une betterave riche en sucre étant celle qui est moins aqueuse, se conservera moins bien qu'une autre qui est moins riche, et par conséquent plus aqueuse.

Cette influence de la richesse saccharine sur la conservation des racines est l'une des causes pour lesquelles les betteraves plus riches se travaillent mieux que les autres; et la raison en est toute simple. C'est qu'alors, la matière cristallisable et les autres élémens de la betterave ayant subi moins d'altération, les travaux d'extraction marchent plus régulièrement, et ne nécessitent point de modifications sensibles dans les procédés.

Nous pouvons donc conclure de ces faits, que si l'on pouvait par un moyen économique en-

Digitized by Google

lever aux betteraves aqueuses une partie de leur eau de végétation sans altérer en aucune manière leur qualité, on ferait une chose utile : nous verrons plus loin à nous occuper de la solution de ce problème, en traitant des différens modes de conservation.

SECTION VI.

Dimension des Racines.

Les racines les plus petites étant toujours plus riches en sucre que les grosses, ainsi que nous l'avons déjà dit précédemment, si l'on considère sous ce point de vue l'influence de la dimension sur la conservation, on reconnaîtra qu'elle rentre entièrement dans l'objet de la section précédente, c'est-à-dire sous l'influence de la richesse saccharine.

Mais si l'on remarque que des racines inégales en dimensions et égales en richesse saccharine ne se conservent pas également bien, on devra chercher ailleurs que dans cette richesse les causes de l'inégalité de conservation. Observons que dans ce cas ce sont les plus petites qui se conservent le mieux.

Nous avons vu précédemment que la chaleur développée par la force végétative de la betterave, est l'une des causes puissantes des altérations

Digitized by Google

auxquelles elle est sujette. Nous avons vu aussi que les betteraves exposées à l'air se dessèchent et acquièrent par-là la propriété de se mieux conserver. Nous pouvons trouver dans ces deux faits les causes pour lesquelles la dimension des racines peut jouer un rôle dans leur conservation. En effet, à richesses égales, deux racines inégales se dessécheront inégalement à l'air, et ce sera la plus petite qui se desséchera le plus, et qui par conséquent acquerra à un plus haut degré la propriété de se bien conserver. D'un autre côté deux racines inégales, en s'échauffant, recevront de la part des circonstances environnantes des refroidissemens inégaux; et ce seront les plus petites qui se refroidiront le plus facilement: or, ce seront elles aussi qui sous ce rapport seront moins sujettes à s'altérer.

CHAPITRE X.

Des différens modes de Conservation des betteraves.

Nous avons vu dans le chapitre précédent les diverses circonstances qui nuisent à la conservation et celles qui la favorisent. Voyons maintenant

Digitized by

comment les diverses méthodes pratiquées s'éloignent des règles que nous avons établies, ou s'accordent avec elles.

Les moyens de conserver les betteraves peuvent être nombreux et variés, parce qu'ils dépendent non-seulement du caprice, mais encore des commodités du propriétaire. Nous allons nous occuper successivement de décrire les suivans :

1°. Conservation à l'air libre ;
2°. Conservation en fosses ;
3°. Conservation en caves ;
4°. Conservation en magasins ;
5°. Moyen de conservation proposé par l'Auteur.

SECTION PREMIÈRE.

Conservation à l'air libre.

Ce moyen a été le premier employé, comme je l'ai déjà dit, et cela devait être, car il est le plus simple, et partant le moins dispendieux.

Il consiste à exposer les racines en tas au milieu de la cour de la fabrique ou sur un terrain voisin. On élève à cet effet le pourtour du tas qu'on veut établir avec les racines les plus grosses, qu'on arrange avec symétrie, de manière à former

une sorte d'enceinte dans laquelle on doit renfermer et jeter pêle-mêle la masse de betteraves mises en réserve pour les travaux de l'hiver. Il faut donc que l'enceinte soit faite avec assez d'art et de solidité pour supporter la poussée d'une colonne de racines qu'on peut élever jusqu'à dix et douze pieds. Le dessus de ce tas se dispose en forme de toit qu'on recouvre de paille pour l'écoulement des pluies; on pourrait même, si l'on devait avoir recours à ce mode de conservation, recouvrir de paille les parois, surtout celles qui regarderaient le nord. S'il s'agissait d'entamer un tas de ce genre, on le prendrait par un bout; et pour ne pas avoir un éboulement de racines trop considérable, il serait avantageux de donner au tas la forme d'un carré long.

Ce moyen de conserver les betteraves à l'air libre serait sans doute l'un des meilleurs de ce genre que l'on pût imaginer. Je ne le recommande d'ailleurs que comme un pis-aller; car on conçoit que les racines n'y sont rien moins qu'à l'abri de la gelée, dont on doit éviter avec soin les invasions.

Mon ami Cafler me témoignait cette année un grand désir de trouver le moyen de conserver sans danger les betteraves à l'air, et cela pour éviter l'emmagasinage qui ne laisse pas que d'être une dépense, et pour la double main-d'œuvre, et

Digitized by

pour les vastes locaux qu'il exige. Voici comment il entendait exécuter ce mode de conservation. Après l'arrachage et le décolletage des racines, il les aurait mises en monts assez gros, mais peu élevés sur le champ lui-même; il les aurait abandonnées là jusqu'à l'époque des gelées, en conservant également près de ces monts une masse suffisante de feuilles. Puis lorsqu'il aurait prévu que les gelées ne tarderaient point à se faire sentir, il aurait recouvert ces monts en tous sens, mais surtout du côté du nord, des feuilles disposées près de chacun d'eux. Il pense que par ce moyen les betteraves seraient suffisamment abritées contre la gelée. Il aurait pour but dans l'adoption de cette méthode, qu'il doit essayer cette année, non-seulement d'économiser les frais, mais encore de profiter, pour le desséchement de la betterave, du soleil et des vents secs dont on peut jouir encore assez souvent après les récoltes.

Pour atteindre ce dernier but, il avait encore le projet d'essayer de disposer les betteraves en longs tas sur le champ, et de creuser au pied de ces monts des fosses disposées à les recevoir au moment où les gelées arriveraient; il comptait n'employer ce dernier moyen, plus dispendieux, qu'en cas que l'autre ne lui réussît pas.

Ces deux modes de conservation ont, outre les

Digitized by Google

inconvéniens qu'il est facile de leur reconnaître, de ne pas être de nature à bien remplir leur but, ils ont, dis-je, en outre un autre inconvénient que je dois signaler : il peut arriver que l'hiver soit sans gelée et pluvieux ; alors les chemins sont impraticables dans les campagnes, et ils exigent l'emploi d'un grand nombre de chevaux ; dans un hiver de ce genre, comment ferait-on pour amener les racines à la fabrique, surtout si les champs en étaient un peu distans ?

La conservation des betteraves à l'air libre est donc un mode qu'on ne peut conseiller dans nos climats. Cependant il serait possible qu'on pût l'admettre utilement dans le Nord, en Russie, par exemple, où l'on a le plus souvent des gelées continuelles depuis les mois d'octobre et novembre, jusqu'au mois de mars. Dans une circonstance semblable on pourrait impunément laisser geler la betterave, parce qu'on serait certain de la travailler gelée ; et l'on sait que celle-ci ne court de risque d'altération qu'au dégel. Je recommandai ce moyen l'année dernière à M. de Neidhart, seigneur russe, qui m'avait chargé d'établir des plans d'une fabrique de sucre de betteraves qu'il voulait élever dans ses propriétés près de Moscow. Il y trouva cependant un inconvénient dans les neiges abon-

Digitized by Google

dantes qui tombent presque toujours dans l'hiver, et qui rendent par-là même tous les travaux extérieurs impossibles.

SECTION II.

Conservation en fosses.

Lorsqu'on manque de magasins ou de locaux suffisamment étendus pour la conservation des racines, et qu'on ne veut pas courir les chances de les abandonner à l'air libre, il n'existe pas de meilleur moyen que de les déposer en fosses.

Ces fosses peuvent être établies sur la lisière des champs mêmes, ou mieux encore sur un terrain à proximité de la fabrique. On peut les faire plus ou moins profondes, suivant la situation du terrain; ainsi, si le terrain est élevé et sec, on peut les creuser jusqu'à trois ou quatre pieds de profondeur; mais si le terrain est bas et humide, il ne faut donner à la fosse qu'une profondeur telle que l'eau ne puisse pas y venir noyer la racine, ce qui pourrait le plus souvent déterminer sa perte.

La largeur peut être également variable; mais je pense que la plus convenable pour la facilité du travail et le succès de la conservation est de trois ou quatre pieds tout au plus; quant à la

Digitized by Google

longueur, elle est déterminée par celle du terrain dont on peut disposer.

Lorsque les fosses sont ainsi préparées, on y amène les racines qu'on y jette sans ordre ; et lorsque la fosse est pleine on élève le milieu en dos d'âne et on recouvre uniformément le tout d'une couche de terre qui ne doit pas avoir moins d'un pied à un pied et demi d'épaisseur, pour préserver la racine de la gelée. On conçoit de plus qu'avec la disposition que je viens d'indiquer, le dessus des fosses au niveau du sol présente l'aspect d'un toit qui s'élève à environ deux pieds, et sur lequel les eaux pluviales coulent. Cependant, malgré cette précaution, il arrive que dans les hivers pluvieux les betteraves sont exposées à être atteintes par les eaux. Pour éviter cet inconvénient, il n'y aurait pas d'autre moyen que de creuser ces fosses sur le bord d'un fossé qui devrait être plus profond que les fosses elles-mêmes.

Il y aurait encore un moyen de créer cette disposition ; ce serait de donner aux fosses, destinées à recevoir les betteraves, peu de profondeur, un pied, par exemple, ou quinze pouces ; de faire deux fosses pareilles l'une près de l'autre, à la distance de six à sept pieds, et de creuser entre elles une autre fosse de deux à trois pieds de profondeur, destinée à recevoir les eaux pluviales qu'elle

Digitized by

conduirait dans d'autres réservoirs. La terre enlevée pour créer cette dernière fosse servirait à recouvrir les betteraves des deux fosses latérales. Il est bien entendu que dans cette disposition les fosses à betteraves n'ayant que peu de profondeur, on devrait élever les racines en tas au-dessus du niveau du sol, jusqu'à deux pieds environ, puis on créerait le dos d'âne, et on recouvrirait le tout de terre.

Les betteraves se conservent très bien par cette méthode, surtout quand le terrain est élevé et que la récolte a été faite par un temps sec. C'est un des meilleurs moyens de garde qu'on connaisse. En effet, on a dû remarquer que les fosses étant peu larges et peu profondes, n'agglomèrent pas les racines en une masse grande et volumineuse qui favoriserait la conservation de la chaleur, et qui par conséquent donnerait de l'activité à la force végétative. Le refroidissement peut toujours s'opérer par les points de contact de la terre et le renouvellement de l'air qui, en s'échauffant, trouve suffisamment d'issues dans le tissu spongieux du sol.

D'un autre côté la température de la terre à peu de profondeur étant à peu près constante, c'est-à-dire à dix degrés Réaumur, présente par-là même encore une chance favorable de conservation, parce que l'on sait que les transitions de tempé-

rature, surtout quandelles sont brusques, comme elles peuvent l'être à l'air libre, sont très nuisibles aux racines.

Il n'y a donc à redouter, dans la conservation en fosses, que la nature trop aqueuse des racines et l'eau ou l'humidité des terrains bas; car la gelée n'y peut jamais pénétrer dans nos climats, quand on a soin de donner à la couche de terre qui recouvre les racines un pied et demi d'épaisseur.

Quelques personnes ont proposé de garnir les fosses de paille; mais il est bien constaté aujourd'hui que cela est plus nuisible qu'utile.

SECTION III.

Conservation en caves.

Ce que j'ai dit de l'avantage et des inconvéniens de la conservation des racines en fosses est à peu près applicable à la conservation en caves. Seulement dans celles-ci, on a moins à redouter les invasions de l'eau; mais, d'un autre côté, les caves sont aussi le plus souvent humides, et comme elles présentent en même temps des dimensions variables, mais qui, dans tous les cas, exigent l'agglomération des racines sous des masses plus considérables, elles sont plus sujettes à provoquer l'échauffement.

Digitized by

Pour prévenir ce dernier inconvénient, et offrir en même temps les moyens d'y remédier, si l'on adoptait ce mode de conservation, il faudrait surtout, quand les caves seraient d'une grande étendue, conserver dans toute la longueur un couloir de trois ou deux pieds au moins de largeur, qui permît de visiter la masse de temps en temps, et de pénétrer avec facilité sur tous les points quand on apercevrait les symptômes de fermentation que nous avons signalés plus haut.

Il serait aussi utile, dans ce mode de conservation, d'établir des courans d'air avec des fascines, comme nous le dirons dans la section suivante. Cette disposition préviendrait toujours le développement de la fermentation, que l'agglomération en grande masse rend si contagieuse.

Il n'est pas probable, d'ailleurs, que dans une grande exploitation l'on ait assez de caves pour emmagasiner la récolte. On voit que celles-ci peuvent très bien servir; mais il serait ridicule de les construire exprès pour adopter ce mode de conservation, d'autant plus qu'elles entraînent des constructions très dispendieuses, et que les magasins réunissent presque tous leurs avantages. Il suffit de savoir, seulement à ce sujet, que les caves peuvent très bien servir à la conservation des racines, et qu'on pourra utiliser sans

Digitized by Google

inconvénient, pour cette destination, celles qu'on aurait à sa disposition, et qui n'auraient pas de meilleur emploi.

SECTION IV.

Conservation en magasins.

Ce mode de conservation est sans contredit celui qui se recommande à la pratique par le plus de commodités. Les locaux qu'on destine à cette fonction doivent être à proximité de la fabrique ; on les établirait au moins ainsi, si l'on devait les faire exprès.

Les murailles doivent avoir une épaisseur suffisante pour empêcher la gelée de pénétrer ; ils ne doivent recevoir de jour que par quelques lucarnes vitrées, suffisantes pour éclairer les ouvriers qui ont à y travailler.

Là les betteraves se disposent en couches de 12 à 15 pieds de hauteur et pas plus, autant que possible, parceque le poids d'une colonne pareille pesant tout entier sur les couches inférieures, pourrait les altérer si on l'augmentait. On voit donc que dans les magasins elles doivent nécessairement être agglomérées, et que cette circonstance pourrait favoriser le développement de fermentations locales et leur invasion dans toute la masse, si l'on n'employait les moyens propres à renouve-

Digitized by Google

ler l'air et à le faire circuler partout. A cet effet, avant d'apporter des racines dans le magasin, on peut garnir le fond de fascines d'un demi-pied d'épaisseur environ; puis de 8 pieds en 8 pieds on établit des piles de fascines ou fagots d'un pied de diamètre environ; et c'est dans ces intervalles que l'on groupe les betteraves. Chacune des piles de fascines fait ici fonction de cheminée qui facilite le renouvellement de l'air.

Dans toute la longueur du magasin il est convenable aussi de ménager un couloir pour pouvoir, avec facilité, entamer la masse au point où il se développerait une fermentation.

Voyons maintenant comment, et sur quelles données, il faudrait calculer la capacité cubique nécessaire pour loger une quantité de betteraves connue.

Un mètre cube de betteraves pèse communément 800 kilogrammes. Supposons que l'on ait une exploitation de 3 millions de kilogrammes à travailler en 5 mois, et qu'en travaillant 2 mois avec les racines arrivant des champs, on ne doive emmagasiner que la provision de 3 mois; ainsi l'on aura les $\frac{3}{5}$ de 3 millions, c'est-à-dire 1800000 kilogrammes à emmagasiner. Pour trouver le nombre de mètres cubes qui seront nécessaires pour cet objet, il suffira de diviser 1800000 par 800, et l'on aura 2250,

Digitized by Google

qui représenteront la capacité cubique en mètres des magasins.

On ne peut guère donner à ces magasins plus de 7 mètres de largeur. Nous savons, d'un autre côté, que la hauteur occupée par les betteraves sera de 5 mètres au maximum : multiplions 5 par 7, et nous aurons 35 mètres carrés, qui représenteront la section large de notre magasin ; et, pour trouver la longueur à lui donner, il suffira de diviser les 2250 mètres cubes, capacité utile, par 35 ; nous trouverons ainsi la longueur 64 mètres $\frac{1}{3}$. Nous donnerons donc à notre magasin, destiné à conserver 1800000 kilogrammes de racines, une largeur de 7 mètres, une hauteur de plus de 5 mètres, et une longueur de 64 mètres ; mais comme il faut, sur la longueur, un couloir d'un mètre, nous ne compterons plus, pour largeur occupée par les betteraves, que 6 mètres, qui, multipliés par 5, donnent 30 mètres carrés de section ; et $\frac{2250}{30}$ portent la longueur utile à 75 mètres.

On voit par-là qu'il est très facile d'estimer les dimensions à donner aux magasins de réserve quand on sait la quantité de racines que l'on a à y loger.

M. Crespel, qui a fait l'année dernière d'importans changemens à sa fabrique, a adopté

Digitized by Google

définitivement la conservation en magasins. Il a à cet effet fait construire toute une aile de bâtiment qui fait face à sa fabrique, et qui a environ 7 mètres de largeur sur 30 de longueur. Ce magasin est recouvert d'un carrelage plat, assemblé par le mastic-bitume et recouvert d'une couche de ce même bitume.

SECTION V.

Mode de conservation proposé par l'auteur.

En réfléchissant aux difficultés que l'on rencontre dans les fabriques pour obtenir une bonne conservation de betteraves, en considérant que les betteraves moins aqueuses se conservent mieux, et que le renouvellement de l'air dans les celliers est utile à la conservation, par cela même qu'il empêche l'échauffement et qu'il dessèche les racines, j'ai pensé qu'il serait possible d'utiliser les fourneaux d'appel et les étuves à courans d'air pour obtenir ce résultat.

Voici comment j'ai conçu cette construction : on établirait un magasin long, comme on le fait ordinairement, sans fenêtres, ou au moins sans moyens de renouvellement d'air autres que ceux dont je vais parler. A l'une des extrémités du magasin on construirait une cheminée avec un fourneau d'appel, et de l'autre un vaste calori-

fère avec des tuyaux à circulation d'air chaud, construit sur de bons principes. Quand l'air extérieur ne serait pas à une température inférieure à zéro, l'on se bornerait à faire fonctionner le fourneau d'appel, et quand la température tomberait au-dessous de zéro, l'on chaufferait légèrement le calorifère, et proportionnellement à la température à laquelle on voudrait faire circuler l'air. De cette manière, on éviterait complètement la gelée, qui, dans les années rigoureuses, peut encore pénétrer dans les meilleurs magasins, et l'on serait maître de dessécher à volonté la racine, en admettant un renouvellement d'air constant ou intermittent, puisqu'on le maîtriserait par les appareils eux-mêmes. En cas qu'il fallût, dans un hiver rigoureux, user beaucoup du calorifère pour éviter la gelée et produire un faible desséchement, le résultat serait facile à obtenir, et l'on pourrait le faire sans froisser la question économique, en disposant les appareils de manière que l'air qui aurait traversé toute la masse de betteraves ne sortît jamais sans être saturé d'eau; et c'est ce qui est toujours facile à vérifier par les moyens que la physique indique, et par conséquent facile à régulariser.

Cette méthode de conservation et de desséchement n'a pas été sanctionnée par l'expérience,

Digitized by

mais je pense que, placée entre des mains intelligentes, elle pourrait donner de très bons résultats. Seulement il serait convenable de ne dessécher que peu la betterave, car il y aurait des inconvéniens réels à la dessécher beaucoup : 1° une betterave trop desséchée deviendrait flasque, molle et difficile à entamer et à diviser par la râpe ; 2° la pulpe donnerait moins de jus, et cela proportionnellement au dessèchement, elle retiendrait par-là même une quantité de sucre plus grande. Il s'agirait donc ici de concilier ces divers inconvéniens avec les intérêts du fabricant.

Tel est le mode de conservation qui me paraîtrait susceptible d'un très grand succès, en ce qu'il éloignerait toutes les causes d'altération que l'on rencontre quand on abandonne les racines à elles-mêmes. C'est à l'aide de ce moyen que je crois à la possibilité de conserver et de travailler avec la même facilité des betteraves aqueuses et des betteraves riches, et par conséquent des grosses et des petites. Il est bien entendu, je pense, que si une année très sèche fournissait des racines très saccharines, on pourrait alors se borner à les mettre en magasin sans faire fonctionner le fourneau d'appel, ou au moins on pourrait se borner alors à l'employer une fois de temps en temps, pour renouveler l'air. Ces expériences sont, à mon avis, d'un grand intérêt,

Digitized by Google

et je désire que ce que j'en dis ici engage quelques fabricans à les tenter : je leur offre, d'ailleurs, mes conseils pour l'exécution de l'appareil qui serait nécessaire à cet effet; car il est très important, dans toutes espèces d'expériences, de les faire avec exactitude, de manière à pouvoir en tirer des conséquences rigoureuses.

Dans tous les cas, quel que soit le mode de conservation que l'on adopte, il est extrêmement important d'emmagasiner les betteraves sèches; car, sans cette condition, l'on serait infailliblement exposé à les voir entrer en fermentation et en pourriture. Lorsqu'elles réunissent cette qualité de conserve, il importe peu qu'on les rentre par un temps chaud ou froid, quand on a d'ailleurs la précaution de ménager, dans les masses volumineuses, des renouvellemens d'air.

Digitized by Google

SECONDE PARTIE.

Fabrication du sucre de betteraves.

Après nous être occupé, dans la première partie, de tout ce qui a rapport à la culture de la betterave ; après avoir indiqué les méthodes propres à obtenir de la terre la plus grande quantité de sucre et les meilleurs moyens de conserver les racines pendant les mois de réserve, nous devons nous occuper maintenant de décrire les meilleurs procédés à employer pour obtenir de la betterave la meilleure qualité et la plus grande quantité de sucre cristallisé.

Ce sucre existe tout formé dans la betterave ; c'est un de ses matériaux immédiats, et les méthodes les plus parfaites pour l'extraire seront celles qui, en l'altérant moins, en retireront une plus grande quantité, car toutes ont plus ou moins l'inconvénient de détruire une partie de ce sucre. Cette destruction est démontrée, et malheureusement on ne peut l'éviter entièrement dans l'état actuel de l'art.

Lors des premiers travaux sur le sucre de betteraves, beaucoup de personnes crurent et conservèrent quelque temps cette persuasion, que le sucre était le résultat des opérations chimiques que l'on faisait subir au jus.

Mais aujourd'hui, que nous sommes généralement mieux éclairés sur cette matière, toute personne qui est un peu au courant des progrès de nos sciences et de nos arts ne doute plus qu'il ne s'agit point de faire naître du sucre dans la betterave par les procédés de fabrication, mais bien de l'en extraire.

J'ai déjà fait sentir, dans l'introduction de cet ouvrage, combien la fabrication du sucre de betteraves a trouvé de difficultés pour s'implanter en France. Les procédés de culture, l'ignorance de beaucoup de manufacturiers, les évènemens politiques, l'imperfection même des procédés, retardèrent beaucoup cette conquête, devenue aujourd'hui l'une des plus belles colonnes de notre agriculture.

Une découverte qui date de 1812, rendit à la fabrication du sucre de betteraves l'un des services les plus signalés : ce fut l'application des propriétés décolorantes du charbon animal, que M. Ch. Derosne fit à la fabrication de sucre de betteraves et au raffinage. Cette application produisit des merveilles dans toutes les industries

Digitized by

qui avaient le sucre pour objet, et leur a donné un grand élan vers les succès qu'elles ont obtenus de nos jours. En effet, le charbon animal est aujourd'hui un agent indispensable dans les travaux du confiseur, du raffineur et du fabricant de sucre indigène. Nous indiquerons avec soin son emploi.

La majeure partie des fabricans de sucre de betteraves raffinent leur sucre eux-mêmes, et je n'approuve point cette méthode. L'art du raffineur est très complexe en lui-même, et très difficile à manier. Il exige des connaissances que l'on ne peut attendre que d'un homme éclairé, et même muni d'une longue expérience du sucre; de sorte que les fabriques devraient, pour exécuter le raffinage avec quelque succès en concurrence avec les raffineries de sucre de cannes, payer chèrement un raffineur intelligent, et c'est ce qu'elles ne peuvent pas faire, parce que les travaux de raffinerie de la fabrique de sucre de betteraves la plus considérable ne seront jamais que très minimes en étant comparés à ceux des raffineries de Paris, qui fondent jusqu'à 10 et 15 barriques de sucre brut par jour.

Ce n'est donc pas ainsi qu'il faut entendre la fabrication agricole du sucre; celle-ci doit se borner, en effet, à faire du sucre brut le mieux possible, et à le vendre au raffineur; et

Digitized by Google

je ne doute pas que le fabricant ne trouve plus d'avantage à opérer ainsi, qu'à raffiner. En effet, dans une fabrique où l'on veut raffiner, il faut commencer par faire le sucre brut, et ce n'est que lorsque celui-ci est terminé, que l'on peut commencer les opérations du raffinage, qui dure ordinairement tout le temps qui sépare deux travaux du sucre brut, c'est-à-dire le temps d'une végétation, ou 6 à 7 mois. Voyons maintenant combien il faut de temps au cultivateur fabricant de sucre de betteraves et raffineur pour commencer à rentrer dans ses avances. Dès le moment où il ensemence son champ, il finit seulement de fabriquer la récolte précédente en sucre brut. Alors commence le raffinage, qui ne sera terminé que 6 mois après; il faut donc que ce cultivateur attende au moins 14 à 15 mois avant de pouvoir commencer à vendre de son sucre, et 18 mois avant de l'avoir entièrement vendu. Ajoutons à cela que le sucre ne se vend pas toujours au comptant, et qu'il faut souvent donner aux acheteurs 3 à 4 mois de terme, ce qui recule à 22 mois l'époque où l'agriculteur peut avoir réalisé ses opérations; tandis que, s'il vendait son sucre brut sans le raffiner, il pourrait commencer à en livrer au commerce 7 à 8 mois après les semailles, et l'avoir vendu entièrement un an après ces mêmes semailles. Ces considérations ne sont rien moins

Digitized by Google

que nulles dans l'agriculture, qui aujourd'hui manque souvent de capitaux pour ses opérations.

Je serais donc d'avis, moi, que les fabricans des campagnes se bornassent à faire du sucre brut; cela réduirait aussi la mise de fonds utile pour l'usine. Ces fabricans seraient, dans chaque commune, les propriétaires les plus aisés, qui emploieraient d'abord une portion de leurs récoltes pour alimenter leur fabrication, et qui pourraient ensuite traiter avec les petits fermiers pour des quantités supplémentaires. Ces petits fermiers, qui n'auraient pas les moyens d'élever et d'alimenter une usine, jouiraient par-là même des bienfaits de la culture des betteraves, dont ils pourraient racheter la pulpe aux fabricants.

Je n'entends pas la fabrication du sucre de betteraves autrement que cela, et je pense qu'il n'y a point de chances d'une grande propagation de cette industrie en la faisant sortir du cercle que je viens de tracer. Mon opinion est d'ailleurs conforme, sous ce rapport, à ce grand principe d'économie industrielle, qu'il faut éviter, dans toute industrie, la complication et la multiplicité des produits.

Venons maintenant aux procédés de fabrication. Cette fabrication se compose d'un ensemble d'opérations qui sont susceptibles de varier; c'est pourquoi il est important de les décrire séparé-

ment. Chacune de ces opérations exige souvent en même temps l'emploi d'instrumens qu'il est important de connaître. J'avais d'abord l'intention de décrire isolément ces instrumens, comme je l'ai fait dans mon Traité complet de l'art de la distillation; mais je pense que, pour le genre d'industrie qui nous occupe, il vaut mieux suivre l'ordre des opérations, et décrire simultanément les appareils qu'elles comportent.

Chacune des opérations est susceptible de varier et de s'exécuter par des appareils différens. Quand je jugerai la connaissance de ces variations et de ces appareils différens utile, je les indiquerai, et j'entrerai dans tous les détails que leur importance pourra mériter. C'est ainsi que je décrirai les divers procédés de défécation, les différens moyens de prendre la preuve, etc., etc.

Nous allons décrire chaque opération en particulier; ce sera l'objet des chapitres suivans.

Digitized by

CHAPITRE PREMIER.

Nettoyage des betteraves.

Cette opération a pour but de séparer de la racine les parties vertes du collet qui pourraient encore y adhérer, les radicules, le chevelu, les parties malsaines, et, enfin, la terre et les pierres qui restent souvent attachées à la racine dans les creux ou au chevelu qu'elle porte.

Quand on doit exécuter après elle le lavage, que nous décrirons dans le chapitre suivant, on peut la faire avec plus de négligence; mais quand on ne lave pas, comme cela se pratique dans quelques fabriques, il faut que le nettoyage soit plus parfait, et supplée, en quelque sorte, au lavage. Celui-ci achève d'enlever toute la terre et les pierres, et il est par-là même très utile à la râpe, dont il ménage l'armure. Ainsi, pour atteindre en quelque sorte ce résultat par un simple nettoyage, il faut que les ouvriers qui en sont chargés le fassent avec beaucoup de soins.

Ce sont des femmes qu'on charge ordinaire-

Digitized by Google

ment de ce travail; on pourrait également le faire exécuter par des enfans.

A cet effet, on leur donne un grand couteau avec une lame bien tranchante, présentant deux ou trois pouces dans sa largeur, et une dizaine dans sa longueur. Cette lame doit être fixée sur un manche solide et rond, pour ne pas fatiguer la main de l'ouvrier; et avec cet instrument, chaque ouvrier, assis près du tas de betteraves à nettoyer, les prend les unes après les autres, les gratte sur la longueur pour en séparer, le plus parfaitement possible, la terre et les pierres; il coupe les radicules, dégage le collet sur le pourtour, et même y enlève une tranche quand il n'a pas été bien taillé au décolletage.

Lorsqu'une betterave est d'une dimension telle qu'elle est présumée ne pas pouvoir entrer facilement dans la râpe, l'ouvrière doit la couper en deux ou en quatre, suivant la dimension. Ce partage s'opère toujours sur la longueur de la racine, dans le sens de l'axe.

Le nettoyage des betteraves doit s'exécuter dans un local attenant à l'atelier aux râpes et aux presses, pour que le travail s'enchaîne bien. Ce local doit être, autant que possible, un magasin assez vaste pour contenir une quantité de racines suffisante pour fournir, pendant au moins quatre à cinq jours, aux besoins de la fabrication, et

Digitized by Google

laisser en outre aux nettoyeuses une place libre pour exécuter leurs travaux.

A mesure que les nettoyeuses ont traité les racines comme je viens de le dire, elles les jettent dans des paniers qui peuvent avoir 55 centimètres de hauteur et 35 de diamètre, et qui sont de formes légèrement coniques et munis d'oreilles pour en faciliter le transport. Lorsque plusieurs de ces paniers sont pleins, les nettoyeuses les portent à la râpe : là elles déposent ces paniers et en rapportent ceux qui sont vides; on conçoit donc qu'il faut, dans une fabrique, un certain nombre de ces paniers pour le service d'une râpe. Ils servent, d'ailleurs, dans tous les cas où il faut transporter les betteraves de la voiture au magasin ou d'un lieu à un autre; ils servent encore pour le transport du charbon, des cendres, des déchets, du nettoyage, etc.

Deux femmes bien exercées au nettoyage peuvent expédier facilement 3000 à 3500 kilogrammes de racines en 12 heures de travail, et les porter à la râpe. Le salaire de ces femmes peut être évalué dans beaucoup de localités à 60 centimes par jour. Sur ce pied, le nettoyage de 1000 kilogrammes de racines ne coûterait donc que 34 à 40 centimes.

Le nettoyage produit évidemment dans la racine un déchet, c'est-à-dire une perte en poids,

et par la terre et les pierres qu'il en détache, et par les radicules, le collet et les parties malsaines qu'il en sépare. J'ai plusieurs fois été à même d'évaluer ce déchet, et je pense qu'on peut l'estimer de 6 à 7 pour 100 du poids brut de la racine.

CHAPITRE II.

Lavage des betteraves.

Le lavage des betteraves n'est pas une opération indispensable, et un nettoyage soigné peut y suppléer en quelque sorte, comme cela se pratique dans beaucoup de fabriques. On ne peut pas, d'ailleurs, l'exécuter dans toutes les localités, parce que, quelque économie que l'on apporte dans l'emploi de l'eau, il en exige toujours une quantité assez grande.

On avait cru d'abord que la terre qui adhère aux betteraves ne pouvant être enlevée parfaitement que par un lavage, rendait cette opération indispensable, parce qu'on pensait que cette terre pouvait jouer quelque rôle nuisible dans les opérations ultérieures; mais il est bien re-

Digitized by Google

connu aujourd'hui que cette présomption était tout-à-fait erronée. En effet, la terre végétale n'est composée que de sels qui ne sont que peu ou point solubles, et que l'on retrouve d'ailleurs toujours dans la racine. Quant à l'humus qui l'accompagne, et qui est quelquefois soluble en petite quantité, celle-ci est si minime par rapport à la masse des betteraves, qu'on peut négliger complètement d'y avoir égard.

Ce n'est donc pas sous ce point de vue que le lavage peut être de quelque utilité sensible, et son seul avantage consiste à ménager l'armure de la râpe, qui s'use bien plus rapidement avec des betteraves non lavées ; et cela est facile à concevoir. Peut-être pourrait-on ajouter à cet avantage que les pulpes de betteraves lavées plaisent plus aux bestiaux, et les engraissent et les nourrissent mieux par-là même. C'est au moins ce que j'ai cru remarquer.

On pourrait très bien exécuter le lavage des betteraves comme j'ai décrit celui des pommes de terre dans l'Art de l'amidonier et du féculiste (voyez cet ouvrage) (1). On pourrait le faire,

(1) Cet ouvrage devait paraître avant celui-ci, et ne paraîtra qu'immédiatement après. Il formera le premier volume d'une série d'Arts industriels appliqués à l'agriculture, et que je me propose de publier.

surtout, avec le laveur que j'ai décrit dans le même ouvrage, et qui est usité, depuis de longues années, en Belgique. Du reste, on opérerait exactement comme je l'ai dit pour les pommes de terre.

Cependant, ce qu'il y aurait de plus avantageux pour le lavage le plus parfait et le plus économique des betteraves, ce serait d'avoir la manufacture placée sur un courant d'eau, de les y plonger dans des paniers et de les y laisser le temps nécessaire pour que toute la terre pût s'en détacher.

En général, le lavage des betteraves offre d'autant plus de difficultés, que ce travail s'exécutant dans l'hiver, l'eau, à cette époque, est un agent très gênant à manier, à cause des gelées auxquelles elle est exposée. Dans ce dernier cas, le lavage devient très embarrassant et très difficile, si même il ne devient pas impossible dans le plus grand nombre de circonstances. Il est de plus, et dans tous les cas, une façon assez coûteuse par la main-d'œuvre qu'il entraîne; et j'engagerai les fabricans à s'en dispenser, en reportant sur le nettoyage une partie des frais qu'entraînerait le lavage. Par ce moyen, on pourrait obtenir des racines presque aussi propres que par le lavage; peut-être suffirait-il, pour obtenir ce résultat, de faire repasser les racines nettoyées par une ou

Digitized by Google

deux femmes avec une brosse d'une grande dimension et roide, qu'on laverait au besoin. Ceci est un essai à faire, et dont je né garantis point le succès, quoique je sois porté à croire que ce serait toujours une façon utile, et bien moins coûteuse que le lavage.

Il est important que l'opinion vulgaire perde cette persuasion, que le lavage des racines est indispensable, et que la fabrication du sucre de betteraves exige par-là même une grande quantité d'eau. En effet, j'ai vu des cultivateurs être arrêtés, dans leurs dispositions à élever des manufactures de ce genre, par cette persuasion et par l'impossibilité où ils se trouvaient, dans leurs localités, de réunir de grandes masses d'eau. Que les entrepreneurs se persuadent que cette circonstance ne peut être un obstacle dans aucun cas, et que partout on peut toujours trouver assez d'eau pour suffire aux faibles besoins qu'en exige une sucrerie indigène.

CHAPITRE III.

Râpage des betteraves.

Dès les premières tentatives de M. Achard pour conquérir à l'industrie la fabrication du sucre de betteraves, il s'était imaginé de cuire d'abord les racines par la vapeur, puis de les réduire en pâte par un procédé mécanique, et de soumettre cette pâte à la pression pour en extraire le jus. Ce procédé ne lui réussit point, à ce qu'il paraît, car il l'abandonna. En effet, ce n'est pas que le sucre subisse des altérations par la cuisson des racines, mais c'est que la pulpe qui résulte de cette cuisson est tellement divisée et glissante, qu'il devient très difficile d'en isoler le jus. Le parenchyme passe alors avec lui à travers le tissu des sacs qui le renferment; ou lorsque ce tissu est assez serré pour s'opposer à son passage, les sacs crèvent sous l'effort de la presse. M. Achard, après ces tentatives, que je crois devoir signaler dans l'intérêt des manufacturiers, en vint donc au râpage de la racine crue.

Le tissu de la betterave est si dense, surtout

Digitized by Google

dans les bonnes variétés et lorsque la récolte a réussi, que si l'on voulait en extraire du jus par une simple pression, comme on le fait aux Indes pour la canne, et dans certains crus pour le raisin, on ne pourrait pas en retirer une quantité notable. Le jus paraît donc y être renfermé dans une foule de petites cellules, et ce sont ces cellules qu'il faut briser par le râpage pour mettre le moût en liberté.

Toutes circonstances étant égales d'ailleurs, la betterave qui sera la mieux divisée rendra la quantité de jus la plus grande, avec moins d'efforts de pression, et par conséquent rendra le plus de sucre. C'est la perfection du râpage qui offre ce résultat; cette opération est donc d'une très grande importance dans une manufacture de sucre de betteraves.

On a imaginé beaucoup de systèmes de râpes, soit pour diviser la betterave, soit pour la pomme de terre. Celle que M. Achard a proposée était une surface plane et circulaire, armée de lames de scies. L'opinion est dès long-temps formée sur cette machine, que l'on considère généralement comme très mauvaise. J'en ai vu une construite dans le même système, au commencement de l'année dernière, dans la manufacture de M. Bernard, à Sussy, près de Charenton, et j'ai eu là l'occasion de m'assurer que cette

machine est essentiellement vicieuse. Les bettéraves y sont jetées pêle-mêle; elles sont poussées contre l'armure par leur propre poids, et la pulpe qui se produit est lancée circulairement hors de la râpe par la force centrifuge, puis réunie dessous la surface râpante dans une auge disposée pour la recevoir. La conviction que j'ai acquise des imperfections de cette machine en la voyant, n'a fait que consolider celle que j'avais conçue par l'inspection des dessins que j'en avais vus.

Un autre système de râpe consiste à faire tourner circulairement, sur un axe vertical, un tronçon de cône qui est armé de lames de scies sur sa surface extérieure. Dans ce genre de râpes, la base large du cône tronqué se trouve à la partie inférieure. J'ai vu une ou deux de ces machines dans les fabriques de Pont-à-Mousson, et elles ne m'ont paru légitimer par aucun avantage la forme conique de leur mécanisme ni la position verticale qu'on donne à leur axe. Je considère donc ces machines comme des instrumens qui, sans être mauvais, ne me paraissent pas avoir la simplicité des râpes cylindriques.

M. Odobbel a construit une excellente râpe. C'est, à mon avis, un des meilleurs outils qu'on puisse faire en ce genre. Sa solidité et la perfection de son exécution en font une véritable machine, qui n'a sous ce rapport aucune res-

Digitized by Google

semblance avec les instrumens informes qu'on rencontre tous les jours dans nos manufactures. Elle est susceptible, dans cet état, de rivaliser avec la râpe de M. Molard, dont je donnerai plus loin une description et un dessin. Comme ces deux râpes sont construites à peu près sur les mêmes principes, je ne donnerai point de dessin de la râpe de M. Odobbel, et je me bornerai à indiquer, après la description de celle de M. Molard, en quoi ces mécaniciens ont apporté des différences dans l'exécution de leurs machines.

Enfin, le système de râpes qui a fourni le plus de modèles et d'exécutions, est la râpe à cylindre, qu'on a beaucoup variée dans ses proportions et dans la disposition de son armure. M. Thierry en a donné une assez bonne, qui est très usitée dans le nord. Je donnerai plus loin une description et une figure de cette râpe.

M. Burette a aussi fait une bonne râpe à cylindre, qui est généralement usitée pour la pomme de terre. Elle est très peu coûteuse, et peut être considérée aussi comme une machine bien conçue et bien exécutée; j'en ai donné la description et un dessin dans l'Art de l'amidonier et du féculiste; on pourra prendre connaissance, dans cet ouvrage, de la râpe de M. Burette. Ce mécanicien ingénieux n'exécute pas ses râpes exactement de même pour la betterave que pour

la pomme de terre ; il en modifie légèrement le mécanisme pour l'adapter aux qualités physiques des matières qu'elle doit débiter.

Enfin, M. Molard, dont la réputation est si bien établie et si justement méritée pour la conception et l'exécution des machines, vient de construire une râpe à cylindre, qui se recommande par une grande perfection. Je donnerai, ci-après, une description de cette machine accompagnée d'un dessin.

Quel que soit, d'ailleurs, le système dans lequel une râpe est construite, et quelle que soit la forme qu'on lui donne, l'important est qu'elle réunisse à la plus grande simplicité une exécution parfaite. On peut, par divers chemins, arriver à peu près avec une égale perfection à résoudre un problème de machines, et c'est à l'expérience à juger cette perfection. Voyons donc quelles sont les conditions inséparables d'une bonne râpe.

1°. La pulpe qu'elle fournit doit être autant divisée que possible ;

2°. Elle doit, dans un temps donné, débiter la plus grande quantité de racines ;

3°. Elle doit, pour produire ces résultats, dépenser la plus petite force ;

4°. Elle doit être solide, bien assemblée, présenter des mouvemens faciles et sans brandillemens ;

Digitized by Google

5°. Elle doit être d'un usage durable, et peu dispendieuse pour sa construction et son entretien.

La râpe qui réunira le plus grand nombre de ces conditions sera celle qu'on devra préférer. Cependant, je dois ajouter que j'ai rangé ces conditions dans l'ordre de leur importance. Ainsi, j'ai mis en première ligne la division la plus parfaite de la racine, parce que cette condition m'a paru être la plus négligée dans toutes les constructions de râpes.

En effet, on a souvent attribué, dans les manufactures, à l'impuissance des presses une imperfection qui n'appartenait le plus souvent qu'à la râpe; et lorsqu'on ne retire que peu de jus de la pulpe, on est de suite disposé à en accuser la presse. Cette machine est sans doute un point important pour obtenir une grande quantité de jus, et son énergie doit concourir au succès; mais je prétends que la presse, quelque énergique qu'elle soit, est impuissante là où la division est imparfaite. Ainsi, de même qu'une racine pressée avec force avant le râpage ne donne que peu de jus, de même cette racine mal divisée ne peut rendre que le jus mis en liberté par celles de ses cellules qui sont brisées, tandis que celles qui ne le sont pas résistent aux efforts des instrumens comme elles le font dans la betterave

Digitized by Google

entière. Ce raisonnement me paraît irrécusable, et suffira, je pense, pour convaincre le lecteur.

Il est bien démontré que la betterave ne contient qu'une quantité presque nulle de parenchyme, et que si l'on pouvait obtenir tout le jus qu'elle recèle, on pourrait aller jusqu'à 97 à 98 pour cent, tandis qu'en manufacture on ne tire pas généralement plus de 60 à 70 pour cent. A quoi attribuer cet éloignement considérable où se trouve la pratique des données théoriques? A la râpe, et aussi long-temps qu'on ne fera pas une pulpe plus fine, on n'obtiendra pas sensiblement plus que la quantité précitée, employât-on même ces appareils énergiques que l'industrie moderne exécute, je veux dire les presses hydrauliques qui donnent jusqu'à un million de kilogrammes d'effet. Je fournirai quelques preuves de ces assertions plus loin, en traitant de l'expression du suc.

Je ferai ici un reproche général aux fabricans de sucre de betteraves, et ce reproche est applicable à un grand nombre de manufacturiers français; c'est qu'en général ils se montrent d'une insouciance apathique et pernicieuse pour la construction et le choix de leurs machines. Elles sont généralement si mauvaises, si mal exécutées et si mal entretenues, qu'il n'est pas rare de voir des opérations industrielles exiger au moins le

Digitized by Google

double de la force, et par conséquent de la dépense dont elles auraient rigoureusement besoin si les machines étaient ce qu'elles peuvent être. On évite la dépense d'un bon instrument dont l'économie commande l'usage, et l'on ferme les yeux sur une dépense annuelle que son absence porte au double, et même au triple de sa valeur. Quand verrons-nous enfin ce côté faible de nos arts suivre le torrent des progrès et marcher de front avec la mécanique industrielle de nos voisins?

Je vais donner, dans la section suivante, la description des râpes de MM. Thierry, Molard jeune et Odobbel; puis après je décrirai la manœuvre du râpage.

SECTION PREMIÈRE.

Description des râpes.

Après avoir donné dans ce chapitre les généralités propres à l'intelligence des râpes, je me bornerai ici à donner la description de celles que je considère comme les meilleures.

1°. *Râpe de M. Thierry.*

(Voyez la planche 2, fig. 1, 2, 3, 4, 5 et 6.)

La figure 1re représente une élévation.

La figure 2 une coupe prise dans le plan qui passe par l'axe du cylindre.

Digitized by Google

La figure 3 fait voir le poussoir placé dans l'ouverture et son arête.

La figure 4 est un fragment du cylindre vu de côté, et la figure 5 est une coupe du cylindre prise sur son axe et sur une plus grande échelle.

La figure 6 représente, dans de grandes proportions, les lames de scies vues dans diverses positions.

A Bâti à brancard en bois.

B Cylindre ou tambour en fer forgé, traversé par un axe C. Ce cylindre est formé par des cercles *f*, figures 4 et 5, liés à l'axe C par des croisillons *a b c d e*; sa surface est armée de lames d'acier, figures 4, 5 et 6, recourbées en équerre E, figure 6. L'une des faces *g h* est appliquée avec des vis *j* sur les cercles *f*, tandis que l'autre face *h i*, dirigée perpendiculairement, est taillée en dents de scies.

C Axe du cylindre, qui peut recevoir à chacune de ses extrémités F des pignons de 10 dents.

G Roue d'engrenage de 82 dents, destinée à communiquer le mouvement au cylindre B par le pignon F. Cette roue est fixée sur un axe.

H Manivelle fixée sur l'axe de la roue G; elle sert à la mettre en mouvement, et peut être remplacée par une roue qui reprendrait le

Digitized by

mouvement sur un manége ou tout autre moteur.

I Ouvertures destinées à recevoir les betteraves.

J Poussoirs ou rabots en bois dont l'ouvrier se sert pour pousser les racines contre la surface du cylindre où elles doivent être déchirées. Ces rabots sont munis d'arêtes qui fixent leur entrure dans les ouvertures I de manière à ce qu'ils ne touchent jamais l'armure du cylindre.

K Archure ou enveloppe en tôle qui recouvre la partie supérieure du tambour de manière à s'opposer à l'échappement de la pulpe, que le cylindre entraîne avec lui dans son mouvement de rotation. Cette enveloppe s'arrête à l'ouverture I pour permettre à la racine de venir toucher librement la surface du cylindre.

L Caisse de bois doublée en métal, destinée à recevoir la pulpe débitée par le cylindre.

M Tablier en bois articulé en *k*; il sert à empêcher la pulpe lancée par le cylindre de sortir de l'auge. Sa mobilité en *k* permet à l'ouvrier de le soulever pour retirer la pulpe.

Cette râpe est très bien exécutée par M. Hallette, ingénieur-mécanicien très distingué, à Arras (département du Pas-de-Calais), et il la livre au commerce à raison de 1200 francs.

Elle exige, pour être mise en mouvement, la force de deux chevaux ou de deux bœufs. J'ai

Digitized by Google

calculé, d'après des données que j'ai prises moi-même dans la fabrique de Cafler, que deux bœufs attelés à un manége de 22 pieds de flèche, et marchant avec une vitesse de 1274 mètres à l'heure, peuvent réduire pendant ce laps de temps, avec la râpe de Thierry, 760 kilogrammes de betteraves en pulpe assez bien divisée, mais moins bien qu'avec les râpes de MM. Molard et Odobbel.

Le cylindre de cette râpe a 486 millimètres de diamètre, et les rapports des engrenages interposés entre lui et la couronne du manége étaient tels qu'il faisait 200 révolutions à la minute, c'est-à-dire qu'il avait une vitesse de 305 mètres dans ce laps de temps, ou 18,300 mètres à l'heure sur une surface râpante de 324 millimètres de largeur.

La râpe de Thierry ne pourra être adoptée que dans les petites manufactures où l'on n'aurait pas un travail suffisant pour préférer celles de MM. Molard ou Odobbel, et où l'on ne pourrait point, par conséquent, avoir une force de trois ou quatre chevaux pour le service de la râpe.

Il est convenable d'avoir, pour cette râpe, un cylindre de rechange qui obvie aux accidens qui amèneraient des interruptions dans les travaux. Deux cylindres sont d'ailleurs toujours utiles pour permettre de retailler l'armure.

Digitized by Google

Une râpe consomme au moins une armure de cylindre dans une campagne.

Si l'on calcule la surface râpante qui, dans cette machine, produit 760 kilogrammes de pulpe, on trouvera qu'elle est égale à 5947 mètres carrés.

Cette râpe exige, pour son service, trois ouvriers : un homme et deux enfans. Cette main-d'œuvre est seulement applicable à l'alimentation du cylindre en betteraves, et ne comprend point l'ouvrier utile pour enlever la pulpe. Nous parlerons de cette dernière façon en traitant du service de la presse.

2°. *Râpe de M. Molard jeune.*

(Voyez la planche 3, fig. 1, 2, 3, 4 et 5.)

La figure 1re représente une coupe longitudinale, et la figure 2 une coupe prise sur l'axe du cylindre. Les mêmes lettres désignent les mêmes pièces dans les deux figures.

A est un bâti en bois.

B est un cylindre en fer fondu. Ce cylindre, qui est l'âme de la machine, est fixé solidement sur son axe C à l'aide d'un pas de vis et d'un écrou, comme on le voit dans la figure. A cet effet, il est lié avec cet axe par une surface pleine qui le ferme en *a*, tandis que sa surface

Digitized by Google

opposée en *b* est vide, et établit ainsi une communication libre du dehors au dedans du cylindre. La surface courbe de ce cylindre est percée de 120 ouvertures parallèles à l'axe. Ces ouvertures, qui ont la forme représentée en *c*, figures 1, 2 et 3, ont deux destinations. 1°. Elles servent à recevoir, contre la paroi parallèle au rayon du cylindre, 120 lames de scies, figure 4, qu'on y fixe à l'aide de chevilles de bois qu'on enfonce aux deux extrémités de l'ouverture quand la lame y est placée. Disons que la dentelure des scies doit se trouver en dedans du cylindre et regarder son axe. Dans cet état, les ouvertures doivent être encore assez larges pour la fonction dont nous allons parler. 2°. Elles servent à permettre à la pulpe de la betterave qui est râpée par la surface intérieure du cylindre, de sortir par l'effet de la force centrifuge pour retomber dans un bac destiné à la recevoir.

C Axe du cylindre. Il roule dans les coussinets *d* et reçoit le mouvement de la roue D à l'aide d'un pignon de 21 dents E.

D Roue d'engrenage qui porte 120 dents. Elle reçoit le mouvement par une manivelle F quand on la fait marcher à bras, ou par des engrenages quand on se sert d'autres forces. Elle donne le mouvement au cylindre B à

l'aide du pignon E. Ainsi, le rapport de révolution de la roue D au cylindre est comme 21 est à 120.

E Pignon de 21 dents.

F Manivelle qui ne serait utile que dans le cas où l'on voulût faire marcher la râpe à bras, ce qui ne pourra convenir dans aucune circonstance. Ainsi, il faudra la remplacer par une roue de mouvement qui reprendra la force sur un manége, une roue hydraulique ou tout autre moteur puissant et économique.

G Caisse en bois doublée en plomb, destinée à recevoir la pulpe débitée par le cylindre.

H Tablier en plomb muni d'une gouttière, servant à recueillir le jus que la pulpe aqueuse peut fournir dans la caisse G.

I Archure en tôle qui enveloppe le cylindre dans sa moitié supérieure, pour empêcher la pulpe d'être projetée à travers les jours du cylindre par son mouvement de rotation rapide hors de la caisse G, destinée à la recevoir.

J Place d'une trémie qui occupe le quart de la capacité du cylindre, et qui est destinée à recevoir les betteraves pour les soumettre à l'action de l'armure de la râpe. La paroi intérieure de cette trémie est représentée en *efgh*, figure 2. La coupe de cette paroi est vue en *ef*, figure 1re, et c'est contre cette paroi solide au

Digitized by Google

point *f* que la betterave rencontre la résistance qui la force à subir, de la part des lames du cylindre, le déchirement qui la réduit en pulpe. La paroi latérale dont l'épaisseur est vue en *ef*, figure 2, est pointillée en *eijf*, figure 1^re^.

La figure 5 représente une coupe de cette trémie prise dans un plan parallèle à l'axe du cylindre, et vue de l'extrémité droite de la machine.

La figure 3 représente deux fragmens du cylindre B sur une plus grande échelle; l'un K est pris dans un plan parallèle à l'axe, et l'autre L est une coupe prise sur le milieu du fragment K. On peut voir, dans cette figure, la forme des cannelures et la disposition des scies, qui y sont représentées en *cc*.

La figure 4 représente deux fragmens de l'armure vus sur une grande échelle. M est une vue de plat, et N est une vue prise sur l'épaisseur du côté de la dentelure.

La direction du mouvement de rotation du cylindre est indiquée dans la figure 1^re^ par les flèches *m* et *n*.

Cette râpe est susceptible de débiter, dans une heure, 3500 kilogrammes de betteraves avec une force de trois chevaux appliquée à un bon manége de 24 pieds de flèche. On donne à cet effet au cylindre une vitesse de 300 révolutions à la minute. Ce cylindre a 348 millimètres de

Digitized by Google

rayons, et par conséquent 2187 millimètres de circonférence. La vitesse de la surface râpante est donc de 656 mètres à la minute, ou bien 39,360 mètres à l'heure; et comme le cylindre a 258 millimètres de largeur, la surface râpante produisant la pulpe de 3500 kilogrammes de betteraves peut être évaluée ici à 10,155 mètres carrés.

Si l'on compare l'effet de cette machine à celui de la râpe de Thierry, que j'ai présenté précédemment, on sera frappé des résultats. En effet, ici l'on produit en une heure, avec trois chevaux et une surface râpante égale à 10,155 mètres carrés, 3500 kilogrammes de pulpe, tandis que la râpe de Thierry ne peut produire, dans le même laps de temps, avec une surface râpante de 5947 mètres carrés, que 760 kilogrammes de pulpe. On voit donc que la première produit, avec un tiers de force de plus et une surface qui est sensiblement double, un effet qui est près de cinq fois plus grand que la seconde. D'où peut naître cette différence? ce n'est pas du mécanisme seulement, car nous supposons ici les deux machines également bien construites; elle ne peut donc dépendre que de la vitesse, qui, dans l'une, est double de l'autre. Tous les constructeurs de machines ont remarqué, en effet, que cet élément de la force ne peut pas être al-

téré dans les râpes sans changer les résultats d'une manière étonnante et inexplicable.

M. Molard livre sa râpe au commerce à raison de 1000 fr. — Ce prix bien modique, comparé à l'exécution parfaite et la grande solidité de la machine, contribue encore à la recommander aux entrepreneurs de l'industrie qui nous occupe.

Le cylindre seul vaut la moitié de la machine; il faudrait donc ajouter au prix de 1000 fr., 500 fr. pour un cylindre de rechange.

Cette râpe exige deux ouvriers pour son service, c'est-à-dire, pour jeter dans sa trémie les racines qu'elle dévore. Ces deux ouvriers peuvent être deux femmes ou deux enfans. La râpe de M. Odobbel, dont nous allons parler, exige la même main-d'œuvre.

3°. *Râpe de M. Odobbel.*

La râpe de M. Odobbel qui est plus ancienne que celle de M. Molard, ne diffère de celle-ci qu'en ce que le cylindre râpant est remplacé par un cône tronqué. L'axe de ce cône est vertical, sa base large est placée en dessus, et ce sont ses parois intérieures qui sont armées de scies, qui râpent par conséquent et qui lancent la pulpe à travers des ouvertures pareilles à celles du cylindre de M. Molard.

Cette râpe, ainsi que je l'ai déjà dit plus haut,

Digitized by Google

est une machine très bonne et très bien exécutée. Elle exige une force de quatre chevaux, et elle peut expédier dans une heure 4000 kilogr. de racines; M. Odobbel la fournit, moyennant 1500 fr., montée *sur* un bâti en bois, et moyennant 2000 fr. *avec* un bâti en fonte.

SECTION II.

Manœuvre du râpage.

Nous avons dit dans la section précédente qu'il faut, pour le service de la râpe de M. Molard ou de M. Odobbel, deux ouvriers, et pour celle de M. Thierry trois ouvriers, un homme et deux enfans.

Dans ce dernier cas, l'homme est aux rabots, J, fig. 1re et 3, pl. 2, qu'il tient de ses deux mains. Les enfans sont auprès de lui, l'un à sa droite et l'autre à sa gauche; ils prennent dans les paniers les racines apportées par les nettoyeuses, et les jettent les unes après les autres dans les deux ouvertures destinées à les recevoir; l'homme les pousse avec les rabots, et le travail se continue ainsi.

Un autre homme se trouve placé de l'autre côté près de l'auge à pulpe, et là il enlève celle-ci avec une main de bois. Cette main, chargée entièrement, peut contenir trois à quatre kilogrammes de pulpe. Et c'est avec cette main qu'il

Digitized by Google

emplit les sacs, comme nous le dirons dans le chapitre suivant.

Le râpage exige, comme toutes les opérations de la fabrication du sucre de betteraves, une grande célérité; et il faut autant que possible ne point râper à l'avance, parce que la pulpe s'altère au contact de l'air. En effet, cette altération se manifeste, un quart d'heure ou une demi-heure tout au plus après le râpage, par une couleur noire qui va toujours en croissant (1). Il est donc convenable que le travail de la râpe ne fasse que suivre celui de la presse, et ne se mette jamais en avance.

Il faut aussi entretenir la râpe dans un grand état de propreté par des lavages souvent répétés. Ainsi, une fois au moins tous les jours, il faut que l'armure, les parois, l'auge et tous les outils

---

(1) Cette altération, contre laquelle l'acide sulfurique paraît être un préservatif, ainsi que je le prouverai plus loin, ne se produit pas toujours également avec toutes les espèces de betteraves, et à toutes les époques du travail. Ainsi, elle paraît se montrer avec plus d'énergie quand la betterave est plus aqueuse et plus récemment récoltée; en effet, j'ai eu des betteraves conservées qui s'étaient un peu desséchées; elles étaient en même temps devenues plus acides, et elles n'avaient plus, dans cet état, qu'une faible propension à noircir. J'attribue à l'acide développé le principal rôle dans ce phénomène.

dépendant de l'appareil, soient lavés avec soin, parce que tout jus ou pulpe qui y séjourneraient, seraient des levains de fermentation.

SECTION III.

Force motrice pour le service de la râpe.

La râpe ne peut marcher à bras, parce que la dépense serait trop considérable ; il faut donc se servir d'un moteur plus économique, et à cet effet il n'y a pas de meilleur choix que les chevaux ou les bœufs, ou mieux encore le vent ou une chute d'eau. Ce dernier moteur est rare, et je ne connais que la manufacture de Monseigneur le duc de Raguse, à Chatillon-sur-Seine, qui puisse, par sa situation sur une rivière, l'utiliser (1).

Pour appliquer la force des chevaux ou des bœufs, il faut l'intermédiaire d'un manége. Une force de deux chevaux ou de deux bœufs attelés, suffit généralement pour une petite exploitation ; et alors il faut une râpe comme celle de Thierry. J'ai vu employer avec avantage les bœufs à Pont-à-Mousson et chez mon ami Cafler, qui est sans

---

(1) J'ai appris que récemment cette chute a été remplacée par une machine à vapeur : je ne connais pas la cause de cette substitution.

doute l'un des premiers agriculteurs du Nord qui aient montré aux habitans étonnés, des bœufs attelés. L'emploi des bœufs est préférable en cette circonstance, en ce qu'il est plus économique. En effet, l'on peut très bien nourrir ces bœufs avec des pulpes qui coûtent peu de chose dans la fabrique, tandis que les chevaux n'en veulent pas manger, et exigent une assez grande dépense d'avoine. On construit assez bien des manéges dans toutes les localités; mais un défaut qu'ils ont généralement, est d'avoir une couronne trop faible, qui danse dans la lanterne et dépense une grande partie de la force en frottemens. On ne donne pas non plus à la flèche assez de longueur; on se contente de lui donner une vingtaine de pieds, tandis que trente à trente-six pieds seraient bien préférables, et n'augmenteraient pas la dépense pour l'établissement; car dans ce cas la couronne et les accessoires peuvent rester les mêmes.

L'emploi d'une force sur laquelle je dois insister ici, et dont l'adoption est praticable, non-seulement dans toutes les manufactures de sucre de betteraves, mais encore dans toutes les exploitations rurales de quelque importance, c'est celle du vent.

La Société d'encouragement pour l'industrie nationale, pénétrée de l'utilité que présenterait

Digitized by Google

à l'agriculture l'acquisition d'une machine peu dispendieuse, qui pût offrir aux agriculteurs les moyens de recueillir avec économie la force du vent, avait proposé, il y a quelques années, un prix de 4000 fr. pour la construction d'un moulin à vent, peu dispendieuse et qui fût susceptible d'être adaptée avec facilité à une exploitation rurale. Ce problème vient d'être résolu par M. de Lamolère, et la Société a décerné le prix à cet artiste, dans sa séance générale du mois de novembre 1824.

Le moulin de M. de Lamolère reçoit le vent par derrière; il est à claire voie, et s'oriente de lui-même. Il est destiné à être placé sur le faîte d'un bâtiment rural, et ne coûte que 2400 fr. pour sa construction.

Il porte de plus un mécanisme qui permet d'y atteler des chevaux ou des bœufs pour suppléer aux absences de vent; et c'est avec cette modification seule qu'il pourrait être introduit comme moteur dans les fabriques de sucre de betteraves. On pourrait d'ailleurs y joindre des meules qui, dans la saison où l'on n'a pas à râper, ou même pendant le temps des travaux, serviraient à moudre les grains nécessaires aux besoins de la ferme. Car on sait que le râpage n'est rien moins qu'une opération continue dans une fabrique de sucre de betteraves. Le seul inconvénient que présen-

terait, dans ce cas, l'emploi du vent comme force motrice, est, nous devons le dire, de ne pas présenter une source constante de force, et par conséquent un travail régulier.

CHAPITRE IV.

Extraction du suc.

L'EXTRACTION du suc de la pulpe ne peut s'obtenir qu'au moyen de la pression; et plus l'effet sera énergique, plus on obtiendra de moût d'une quantité donnée de pulpe. Cependant, il est impossible d'obtenir, sous ce rapport, une perfection absolue en pratique; et la pulpe, quelque chose qu'on fasse, n'est jamais que plus ou moins épuisée, et reste toujours humide.

Dans cette opération, comme dans une foule d'autres semblables ou analogues, les dernières particules de matière qu'on veut obtenir présentent des difficultés telles qu'il est presque toujours plus économique de les négliger. Ainsi, dans la pression de la pulpe de betteraves, le premier jus coule de lui-même dans la prépara-

Digitized by Google

tion des sacs, et il continue à couler en abondance sous les plus faibles efforts de la presse, qui sont les premiers; puis la quantité décroît dans un rapport qui suit peut-être une loi qui se rapproche de la raison inverse des carrés des pressions. Cette remarque, qui pourra paraître puérile, est cependant très importante à faire pour l'opération qui nous occupe. En effet, quel que soit le système d'appareil qu'on emploie pour presser, ce ne peut jamais être qu'une machine simple ou un composé de machines simples qui ait la propriété de modifier l'action de la force, de manière à transformer de la vitesse en masse. Ainsi, que ce soit une presse à vis, à cric, à cylindres, à coins, ou une presse hydraulique, aucune de ces machines n'aura la propriété de créer de la force, et ne fera que la recevoir et la transmettre avec plus ou moins de perfection, conformément aux résultats qu'on voudra obtenir. Mais la force nécessaire pour faire mouvoir ces machines est fournie par le manufacturier; elle lui coûte, et pour savoir s'il y a de l'avantage à la dépenser, il faut la comparer directement avec les résultats qu'elle produit.

Supposons, par exemple, qu'avec une force connue on obtienne, dans un temps donné, une certaine quantité de jus de betteraves d'une masse de pulpe. Supposons, pour fixer nos idées, qu'on emploie, pour donner à la presse le maxi-

mum d'effet dont elle est capable, une heure de temps de trois hommes, et qu'on obtienne de la pulpe pressée par cet effort 70 pour 100 de jus. D'après ce que j'ai dit plus haut sur la quantité décroissante de jus avec l'accroissement de la force, il pourra arriver qu'en appliquant à cette même pulpe un effort double, on obtienne, par exemple, 10 pour 100 de moût en plus. Dans ce cas, il s'agirait d'évaluer si ce supplément de produit vaut la dépense qu'il a nécessitée. C'est ce que nous avons fait chez mon ami Cafler.

Il emploie, pour ses travaux, une presse hydraulique de Dufour, qui donne un effet de 100,000 kilogrammes sur une surface de 48 centimètres carrés; et elle exige pour cela l'effort moyen de trois hommes continué pendant un quart d'heure. La presse était chargée de 425 kilogrammes de pulpe, qui ont donné, à très peu près, 300 litres de jus, ou 70 pour 100. Après cette première opération, nous avons plié les sacs en deux; nous les avons replacés ainsi sur la presse, que nous avons fait fonctionner de nouveau jusqu'à sa charge de 100,000 kilogrammes; et il est évident qu'ici nous avons doublé la force en la distribuant sur une surface qui n'est que la moitié de la première. Par ce moyen, nous avons obtenu encore 30 litres de jus, c'est-à-dire environ 8 pour 100 de plus. Si l'on remarque

Digitized by Google

que cette quantité n'est que la neuvième partie de la première, et qu'elle a exigé, pour être obtenue, l'emploi d'une même quantité de mouvement, on concevra l'exactitude de l'assertion que j'ai émise plus haut à cet égard, c'est-à-dire que les dernières particules de matière sont celles qui exigent le plus de difficultés pour être recueillies. Maintenant, si l'on applique des questions de chiffres aux données que je viens de présenter, on reconnaîtra que l'excédant de produit obtenu par une force double pourrait tout au plus concilier la question économique en sa faveur, si la force était fournie par un moteur peu coûteux, comme le vent, l'eau, la vapeur, ou même par un manége; mais tel est le retard de nos manufactures en mécanique industrielle, que les presses hydrauliques elles-mêmes, qui pourraient si facilement être mises en mouvement par un manége, marchent partout à bras d'homme.

Dans tous les cas, on conçoit que si l'on poussait plus loin la multiplication de la force pour chercher à épuiser davantage la pulpe, on ferait alors une dépense complètement déraisonnable. Mais c'est ici le lieu de le redire, c'est vers la râpe qu'il faut diriger ses efforts pour obtenir à la presse de plus grands résultats. Là surtout se trouve l'imperfection des moyens employés jusqu'à ce jour pour approcher du résultat mathé-

Digitized by Google

matique posé par les expériences, et qui porte à 98 pour 100 la quantité de jus et matières solubles contenues dans la betterave (1).

Toutes les racines ne donnent pas une même quantité de jus à râpages et pressions semblables. Les plus riches en sucre en donnent beaucoup moins que celles qui sont fortement aqueuses; et si les plus petites racines donnent généralement moins de jus que les grosses, c'est parce qu'elles sont moins aqueuses. Les opérations d'extraction étant les mêmes, il n'y a donc que les proportions d'eau différentes qui influent sur les quantités de jus fournies par les racines; et comme la richesse du jus est accusée directement

(1) La majeure partie du jus qu'on obtient de la pulpe sort sous un effort assez faible; et il est à remarquer que le premier jus fourni diffère toujours d'un degré au moins de densité avec celui qui sort en dernier lieu. Dans les manufactures où l'on a observé ce fait, on s'est servi seulement de l'aréomètre pour le constater, et on en a conclu que le jus qui coulait sous l'effort le plus faible était le plus riche. J'ai vérifié ce fait, et j'ai reconnu qu'il est seulement un phénomène de température. En effet, le jus de betteraves s'échauffe beaucoup sous l'effort de la presse, et l'on peut trouver une différence de 5 et même de 6° entre le premier jus qui coule et le dernier. J'ai observé également cette élévation de température au râpage; mais là elle n'est guère que de 3 à 4°.

Digitized by Google

d'une manière suffisamment exacte par l'aréomètre, on pourra se servir de cet instrument pour déterminer à peu près la quantité de racines qu'il sera nécessaire de râper pour obtenir un volume donné de jus.

Ainsi, supposons qu'on se serve d'une râpe assez bonne et d'une presse assez énergique, on obtiendra les quantités de jus suivantes, proportionnellement aux densités aréométriques :

A 5°.........	80 p. 100.
A 6°.........	75
A 7°.........	70
A 8°.........	66
A 9°.........	63
A 10°.........	60

Supposons encore que l'on opère sur 25 hectolitres de jus : lorsque ce jus pèsera 6° à l'aréomètre et au tempéré, il faudra râper et presser 3333 kilogrammes de racines ; à 7°, il en faudra 3571 ; à 8° 3787, et ainsi de suite.

Une des conditions les plus importantes que la presse doit remplir, est de fonctionner rapidement ; car il est extrêmement important de mettre peu d'interruption entre le râpage et la pression, puis entre celle-ci et la défécation. Pour obtenir de la célérité dans le service de la presse, on pourra même faire un sacrifice sur la dé-

pense de force, parce que cette célérité en vaut la peine.

Il existe un grand nombre d'exécutions de presses, qui toutes, à la rigueur, sont susceptibles d'être appliquées à une fabrique de sucre de betteraves. Nous allons nous en occuper successivement, indiquer leurs avantages et leurs inconvéniens; puis nous nous occuperons de décrire les divers accessoires que la presse exige, et nous donnerons ensuite la manœuvre de toute une opération en prenant une presse pour exemple.

SECTION PREMIÈRE.

Des diverses presses employées dans les fabriques de sucre de betteraves.

Toutes ces presses sont des composés de machines simples, et n'ont pour but que de recevoir la force motrice et de l'emmagasiner pour produire un effet dont n'eût pas été capable la force elle-même appliquée directement. On ne peut trop mettre sous les yeux des industrieux de semblables principes; car on voit tous les jours des artistes ingénieux consommer leur temps et leurs veilles pour chercher à augmenter la force à l'aide des machines. Cette recherche est tout aussi peu raisonnable que celle du mouvement perpétuel, avec laquelle elle est souvent liée; et

Digitized by

il est malheureux de voir des hommes, très estimables d'ailleurs, se livrer à des travaux longs, pénibles et dispendieux, auxquels ils n'eussent jamais songé, s'ils eussent été aussi familiers avec les élémens de la mécanique qu'ils le sont avec les moyens d'exécution.

Les machines simples ne sont cependant pas toutes également propres à produire un grand effet, et le mode d'exécution, de même que la possibilité de cette exécution, limite souvent beaucoup leur action. Ainsi, lorsque Archimède ne demandait qu'un point d'appui pour soulever le monde, il peignait majestueusement la conception du levier et l'effet dont il est capable; mais sa pensée ne s'élevait pas jusqu'à admettre la possibilité d'exécuter une machine simple capable de produire cet effet. Ainsi, toute machine simple est bornée dans son action; et celle qui est susceptible de dépenser moins de force dans la transformation qu'on en réclame sera celle qui devra être préférée. Voyons maintenant les diverses exécutions de presses que nous possédons.

1°. *Presses à vis.*

La presse à vis réunit l'effet du plan incliné et du levier. Tout le monde connaît cette machine, qui rend de si grands services dans une foule d'arts, quoiqu'elle soit généralement si mal exé-

Digitized by Google

cutée. La vis présente dans son hélice le développement du plan incliné, et c'est le levier qui donne à cette vis le mouvement de rotation qu'un écrou fixe transforme en mouvement de va-et-vient.

Cette machine a l'inconvénient de perdre une grande quantité de la force par les frottemens, qui, comme on le sait, augmentent comme les pressions. Ainsi, lorsque l'effort de l'instrument est peu considérable, le frottement est déjà très grand, et, vers la fin de l'action, il détermine dans l'appareil une adhérence qui rend la force nulle. Les effets qu'on peut produire, même avec d'excellentes presses à vis, sont toujours très limités. Cependant on les emploie dans diverses manufactures : M. Crespel s'en est servi pendant long-temps; mais je pense qu'on doit les proscrire, parce qu'elles dépensent trop de force, et que d'ailleurs elles fonctionnent trop lentement.

M. Isnard, pour chercher à obvier à cette lenteur de manœuvre, a construit une presse à vis horizontale, qu'il a appelée *presse à double effet*. Cette machine a été très prônée pendant long-temps, pour la fabrication du sucre de betteraves; et je crois qu'on s'en sert encore maintenant dans la manufacture de MM. André et Marmot, à Pont-à-Mousson, où je l'ai vue fonctionner en 1819. Elle se compose d'un pas de vis

Digitized by Google

solide, en fer, portant à ses deux extrémités deux plaques de fer qui l'empêchent de prendre un mouvement de rotation sur son axe, sans gêner ses mouvemens dans le sens de ce même axe. Ce pas de vis est porté par un écrou très fort, et fixé au milieu d'un bâti; la position de la vis étant horizontale, l'écrou se trouve également dans cette position, et fixé de manière qu'il ne peut pas se mouvoir dans le sens de l'axe, mais bien autour de lui seulement. Cet écrou est muni d'une roue et d'engrenages à l'aide desquels on lui communique un mouvement de rotation qui donne à la vis le mouvement de va-et-vient rectiligne dans le sens de son axe.

Par cette disposition facile à concevoir, il ne faut jamais perdre de temps à dépresser, comme cela est nécessaire dans la presse à vis ordinaire; et le mouvement de la vis, dans un sens ou dans l'autre, exerce toujours une pression, parce qu'on peut placer des sacs des deux côtés, et que, par ce moyen, quand on presse d'un côté on dépresse de l'autre. On aura déjà saisi sans doute tout ce que cette machine présente d'imparfait et de vicieux : 1°. les sacs qui ont nécessairement une position verticale, ne restent jamais chargés également, et il en résulte que la pression est irrégulière et plus grande du côté où il y a le plus de pulpe, c'est-à-dire vers le bas; 2°. on obtient un

Digitized by Google

double effet à la vérité; mais ce double effet n'est réellement applicable qu'au temps, et nullement à la force dépensée, et d'un autre côté, on ne peut point, dans ce système de presse à vis, obtenir une énergie aussi grande que dans le système ordinaire, parce que la disposition elle-même ne permet pas de donner à l'appareil un développement suffisant; il y a d'ailleurs des transformations de mouvement à l'aide d'engrenage, qui n'existent pas dans les presses à vis armées d'un simple levier; et l'on sait ce que toute transformation de mouvemens coûte en mécanique, en supposant même qu'elle soit bien faite; 3°. sa construction plus compliquée nécessite des frais qui ne sont point proportionnels à son énergie. Elle coûtait, je crois, 1200 francs.

La presse à double effet d'Isnard est donc une mauvaise machine que l'on doit proscrire, et je lui préfère de beaucoup la simple presse à vis de M. Gallardon, décrite dans la collection des instrumens d'agriculture perfectionnés de M. Leblanc. Cette machine donne un effet évalué à 30,000 livres, la force agissant à l'extrémité du levier étant 100 livres.

J'ai vu encore une exécution très soignée et très bonne d'une presse à vis faite par M. Odobbel de Chaillot, pour un seigneur russe. Cette presse m'a paru être celle de ce système la plus

Digitized by Google

susceptible d'être appliquée avec le moins d'inconvéniens à la fabrication du sucre de betteraves.

2°. *Presses à cric.*

Les presses à cric sont fondées sur l'effet du levier, dans les manivelles et les engrenages. Leur action, même dans les crics composés, est souvent plus prompte que celle des presses à vis, et partant moins énergique. J'ai vu également ce genre de presses fonctionner chez M. Crespel d'Arras, de concert avec les presses à vis. Elles présentent sur celles-ci l'avantage de dépenser moins de force en frottemens; mais comme elles sont moins énergiques, cela revient à peu près au même.

3°. *Presses à coin.*

Les presses à coin qui présentent la réunion de l'effet du plan incliné et de la masse acquise par la pesanteur dans la chute du mouton, sont susceptibles de produire de très grands effets. On en trouve un exemple dans les tordoirs hollandais où des graines oléagineuses sont parfaitement dépouillées de leur huile par cette machine. L'effort qu'elle donne dans cette circonstance, ne peut guère être évalué à moins de 50,000 kilogrammes, que l'on distribue, il est

Digitized by Google

vrai, pour les huiles, sur une surface de quelques décimètres carrés; mais en Russie, où l'on se sert aussi de la presse à coin, pour l'extraction des huiles, on applique la force sur une surface beaucoup plus grande, et le pain de graine qui en sort n'en est pas moins bien épuisé et bien isolé de son principe gras.

J'ai pensé qu'une machine de ce genre serait sans doute applicable à l'extraction du vesou de betteraves. On pourrait à cet effet prendre des sacs qui, au lieu d'être chargés à 14 kilogrammes de pulpe, n'en recevraient que 6 ou 8; on les envelopperait, comme les sacs à huile, d'un fort tissu en crin, puis on les soumettrait verticalement à l'action d'un fort coin. Mais, dans ce cas, comme pour les huiles on n'obtiendrait pas, et on ne pourrait pas obtenir du premier coup tout le jus, parce que le coin, de quelque dimension qu'il fût, ne donnerait jamais assez de course; il faudrait donc, après avoir soumis 4 sacs, par exemple, à l'action du coin, en repasser 8, puis enfin 12 ou 16, si cela était jugé utile. Je trouverais d'autant plus d'avantages à introduire un semblable instrument dans les fabriques de sucre de betteraves, qu'il est très simple à construire et à réparer. On pourrait aussi prendre le mouvement sur le manége pour mettre les maillets en activité. Le coin dans son entrure dépense

Digitized by

de la force par frottement, mais cette force n'est jamais de fait aussi considérable que celle dépensée par la vis.

La presse à coin, je le répète, est, par sa nature simple et peu coûteuse, une machine toute agricole, et je désire vivement qu'un artiste intelligent s'occupe de l'appliquer à la fabrication du sucre de betteraves. Ce serait une excellente opération pour lui et pour l'industrie.

4°. *Presses à cylindres.*

La presse à cylindres est l'une des nombreuses applications si utiles et si heureuses que le cylindre a reçues dans la mécanique industrielle. Elle réunit une énergie, qui peut être très considérable comme dans le laminoir, à l'avantage inappréciable de la continuité. A ce titre on a dû chercher à l'appliquer à l'extraction du jus de la pulpe de betteraves, et c'est ce qu'on a tenté dès long-temps.

Cette application présentait des difficultés très grandes dans son exécution, et M. Lauvergnat est, je crois, le premier qui ait commencé à les lever. La presse à cylindre de cet artiste est dessinée dans la collection de M. Leblanc; je n'en reproduirai pas ici un dessin, parce que je ne la crois pas susceptible, dans l'état où elle est, d'être introduite avec succès dans les sucreries. Elle est

cependant adoptée dans plusieurs manufactures, et entre autres dans celle de Monseigneur le duc de Raguse et dans celle de M. Bernard, au château du Petit-Val, près Charenton.

Cette presse, sur laquelle je n'ai jamais fait d'expériences, peut extraire, m'a-t-on dit, 50 pour 100 de jus en 2 repasses. On conçoit donc que ces deux opérations ne peuvent suffire, et il paraît même bien démontré que, dans l'état actuel de cette presse, il est absolument impossible de finir avec elle; elle ne peut que commencer le travail, et il faut, par conséquent, l'accompagner de presses d'un autre système, pour achever d'épuiser la pulpe.

La pulpe passe entre les cylindres qui doivent la presser, à l'aide d'une toile sans fin qui lui sert de guide et de soutien. Cette disposition donne à l'instrument une très grande imperfection. En effet, l'expérience prouve que, malgré les soins, la toile se dérange, passe inégalement, forme des plis, se déchire même quelquefois; et ces inconvéniens entravent les travaux et amènent des interruptions préjudiciables. Ce sont ces considérations et d'autres semblables, qui motivent mon opinion sur le rejet que l'on doit faire de cette presse dans les manufactures de sucre de betteraves.

Ainsi, par exemple, la pulpe serrée fortement

Digitized by

contre la toile, par l'effet des cylindres, y adhère et finit par l'empâter de manière que le liquide la traverse difficilement. Cette pulpe, quoique fort humide encore, a perdu cependant cette propriété glissante qui permet de l'arranger uniformément et facilement dans les sacs, comme nous le dirons plus loin; et il faut alors avoir recours à des moyens plus longs et plus gênans, pour la renfermer dans des toiles et la soumettre à l'action d'une autre presse. Ces passages et repassages aux cylindres, puis à une autre presse, exigent des façons et du temps, que l'on ne perd pas lorsqu'on opère d'un seul coup avec une presse énergique, comme la presse hydraulique.

M. Odobbel a ajouté à la presse de Lauvergnat quelques modifications utiles, telles qu'un batteur mécanique pour séparer de la toile la pulpe exprimée, etc. Mais, malgré ces changemens, la presse à cylindres n'en a pas moins toujours la majeure partie des inconvéniens que je viens de signaler.

5°. *Presses hydrauliques.*

La presse hydraulique dont le principe a été découvert par notre immortel Pascal, et que Brama a rendue exécutable par ses cuirs, reçoit chaque jour de nouvelles applications aux arts. C'est de

Digitized by Google

toutes les machines simples celle qui, avec le moins de pertes et d'appareils, peut réunir la force la plus considérable; on m'a assuré, en effet, qu'on en construisait maintenant en Angleterre qui pouvaient donner un effort égal à deux millions de kilogr. Cette machine n'est pas encore bien acclimatée en France; car il y a peu d'artistes qui la fassent, et qui la fassent bien. Son prix d'ailleurs est encore très élevé, et son mécanisme, quoique fort simple, se présente encore dans les ateliers comme une conception très complexe, et d'un usage et d'une réparation difficiles.

MM. Manby et comp^{e}, de Charenton, s'occupent de la fabrication de ce genre d'appareils : c'est une bonne fortune pour les arts; mais on m'a assuré que ces ingénieurs attachaient un prix très élevé à leurs constructions.

Si l'on trouve l'exécution de la presse hydraulique si difficultueuse en France, c'est, je crois, parce que l'on s'obstine à fabriquer les grands corps de pompe en fonte, et que rarement on réussit à les couler, de manière à ce qu'ils tiennent l'eau; et il en résulte que les machines construites avec de semblables cylindres fonctionnent mal et ne tiennent pas, ou ne donnent pas la pression voulue. J'ai vu, en effet, l'année dernière, dans les ateliers de construction de M. Hallette, à Arras, plusieurs corps de pompe de

Digitized by Google

presses hydrauliques que cet ingénieur avait manqués; et l'on m'a assuré que jusqu'à cette époque il n'avait pas pu encore en fabriquer un qui tînt pressé. M. Hallette est cependant un mécanicien très habile, qui s'est occupé avec assez de succès d'appliquer la presse hydraulique à la fabrication des huiles; et l'on doit supposer que s'il ne réussit point à donner à ses corps de pompe en fonte toutes les qualités voulues pour qu'ils tiennent l'eau, c'est que cela est extrêmement difficile. Les Anglais sont, à ce qu'il paraît, plus heureux sous ce rapport, et construisent de fort bons corps de pompe en fonte.

J'ai vu à Lille, chez M. Mille-Cattaert, fabricant d'huile, deux presses hydrauliques anglaises qui m'ont paru très bien exécutées et d'une grande énergie. Ces presses diffèrent de celles de Brama en ce que les deux pompes qui injectent ne sont point concentriques, et agissent isolément. Elles ont coûté, je crois, 6 à 7 mille francs chacune, et présentent beaucoup de difficultés pour l'importation.

J'ai dit plus haut que l'une des difficultés les plus grandes qu'on rencontre en France dans la construction des presses hydrauliques, se trouve dans la confection des grands corps de pompe, qu'on a de la peine à fondre de manière à ce qu'ils tiennent l'eau. Pourquoi donc ne pas les exécuter

Digitized by Google

en cuivre, ce qui leverait sur-le-champ la difficulté? L'augmentation de dépense, dans ce cas, serait très faible, puisqu'elle ne serait que la différence de valeur des deux métaux, et que, dans une presse hydraulique, la valeur de la matière employée est peu de chose si on la compare à la façon. Ce qui me confirme dans cette opinion, c'est que M. Dufour, mécanicien et fabricant de presses hydrauliques, a fourni, au commerce, de ces presses, qui ont satisfait des manufacturiers et qui en ont mécontenté d'autres. Cette différence tenait uniquement à la propriété variée signalée aux corps de pompe en fonte, de tenir ou de ne pas tenir pressé. Ainsi, par exemple, il a fourni à M. Crespel d'Arras une bonne presse et une mauvaise. Cette inégalité de qualité dans les instrumens est souvent très nuisible au système, parce que le manufacturier l'accuse de fautes qui n'appartiennent qu'à l'exécution, et rejette ainsi l'emploi de machines très utiles (1).

M. Christian, directeur du Conservatoire royal

---

(1) J'ai appris de M. Dufour lui-même, depuis la rédaction de cet ouvrage, que ce mécanicien éclairé avait pris la résolution de fabriquer désormais en cuivre le grand corps de pompe de ses presses, et j'ai vu avec plaisir mon opinion à ce sujet consolidée par un constructeur aussi expérimenté.

Digitized by

des Arts et Métiers, a fait construire une presse hydraulique d'un nouveau modèle et d'une exécution que je considère comme bien supérieure à toutes celles qui existent. Ce savant célèbre a eu l'heureuse idée de transposer la disposition du plateau, qui, dans sa machine, descend sous l'effort de l'eau au lieu de monter, de sorte qu'ici, pendant l'action, le poids du plateau s'ajoute à l'effet au lieu de faire partie de la résistance. Mais ce qui distingue surtout la presse hydraulique de M. Christian de toutes les autres, c'est l'annexe d'un cric dont l'effet plus rapide, mais moins énergique que celui des pompes, économise le temps, en commençant l'action de la presse jusqu'à ce que la résistance devienne trop grande pour lui. C'est alors, seulement, qu'on fait agir la pompe d'injection. Cette réunion de deux machines simples, dont les fonctions diffèrent par les modes de recevoir la force et de l'appliquer, est une conception extrêmement utile dans les arts, où le temps des moteurs est tout aussi précieux que leur énergie; et je pense qu'il n'est que peu de cas où l'exécution de M. Christian ne soit susceptible d'une application heureuse. L'expression du suc de betteraves n'est pas de ce nombre. En effet, ici, au commencement de l'action, la résistance est très faible; de sorte qu'en se servant de la pompe d'injection, la plus petite force appli-

quée au levier peut surmonter cette résistance. Le but de la presse, dans ce moment, est donc manqué, puisque le moteur n'est pas utilisé en entier. Eh bien, c'est dans ce moment que M. Christian fait agir le cric : alors l'effet augmente; le moteur y dépense sa force, et l'on gagne du temps par-là même.

Ces explications suffiront, je pense, pour faire concevoir tous les avantages de la presse hydraulique imaginée par M. Christian. Ajoutons à ces avantages qu'elle est d'une exécution parfaite, qu'elle peut donner 100 mille kilogrammes d'effet, et qu'elle peut être établie pour 3000 fr. environ.

M. Dufour, ainsi que je l'ai déjà fait observer plus haut, a aussi construit une très bonne presse hydraulique qui a déjà été appliquée avec succès au traitement de la pulpe de betteraves. Cette considération m'a déterminé à en donner un dessin, non pas pour décrire avec détails le mécanisme de la presse, mais bien pour faciliter l'intelligence de sa manœuvre, dont nous allons nous occuper tout-à-l'heure.

Description de la presse hydraulique de M. Dufour.

(Voyez la planche 4, figures 1, 2, 3 et 4.)

A Jumelles en bois traversées dans leur longueur par un tirant solide BB en fer forgé.

Digitized by

BB Figure 3, tirant en fer qui se trouve dans l'épaisseur des jumelles et qui sert à les fortifier.

C et C' Traverses supérieures et inférieures assemblées solidement sur les jumelles A, avec lesquelles elles forment l'encadrement de la presse.

D Plateau en fonte de fer dont le mouvement ascendant vers la traverse C détermine la pression. Ce plateau est creusé en cuvette ; il est muni de bords et d'une rigole qui sert à porter le liquide exprimé vers le dégorgeoir E.

E Dégorgeoir qui sert à transmettre à des tuyaux de conduite le liquide fourni par la matière mise sur la presse.

F Solive en bois ajoutée par Cafler pour diminuer la hauteur de charge et permettre par-là même d'épuiser en une seule pression la pulpe soumise à l'action de la machine.

G Solives en bois mobiles avec le plateau D, sur le bord duquel elles s'adaptent d'un bout à l'aide d'une entaille. De l'autre elles glissent dans des étriers en fer H. Ces solives servent à maintenir, par devant et par derrière, la pile de sacs qu'on place sur le plateau.

II Chapelle de la presse, représentée chargée de sacs de pulpes et de claies d'osier alternées.

Digitized by Google

H Étriers qui servent à soutenir et à guider verticalement les solives G.

J Piston fixe sur le plateau D, qu'il emporte avec lui dans le mouvement ascensionnel que lui imprime l'eau injectée.

K Cylindre ou grand corps de pompe dans lequel se meut le piston J.

L Crémaillères percées de trous sur leurs longueurs, et qui servent à maintenir, à l'aide de chevilles, le plateau à la hauteur obtenue, dans le cas où la presse ne tiendrait accidentellement point pressée.

M Doubles pistons et corps de pompe concentriques qui servent à fouler l'eau dans le grand corps de pompe K.

N Levier brisé représenté au repos. Il sert à favoriser l'énergie des pompes foulantes M. Lorsqu'on veut mettre la presse en activité on abaisse ce levier ; alors la pièce *a* vient se confondre en *a'*, où on la maintient à l'aide du tourniquet *c*, qui fait fonction d'arête.

O Réservoir à eau qui se trouve renfermé dans l'épaisseur de la jumelle.

Q Tuyau en cuivre qui sert à conduire l'eau du réservoir O dans les corps de pompe M.

R Pas de vis qui se meut à l'aide d'une manivelle S, et qui sert à ouvrir ou à fermer une soupape qui établit une communication

Digitized by Google

entre le réservoir O et le grand corps de pompe K. Quand on veut faire fonctionner la presse, on ferme la soupape en serrant la vis, *et vice versâ;* quand on veut dépresser, on dévisse; alors le plateau retombe sous son propre poids, et l'eau remonte dans le réservoir O.

S Manivelle de la vis qui fait mouvoir la soupape de charge et de décharge.

T Tuyau d'injection qui sert à porter, dans le grand corps de pompe K, l'eau foulée par les pompes M.

U Soupape de sûreté.

V Poids qui sert concurremment avec la romaine *b* et la soupape U à mesurer l'énergie de la presse; elle permet aussi de proportionner cette énergie à la force de la machine.

Cette presse est construite pour pouvoir supporter une pression de 115 mille kilogrammes, et par conséquent pour fonctionner sans danger à 100 mille. C'est sur cette charge que l'on règle celle de la soupape de sûreté.

M. Dufour livre ses presses au commerce à raison de 3000 fr. J'en ai vu fonctionner une chez mon ami Cafler qui s'en sert depuis six ans; il en est parfaitement content; elle tient très bien la pression, et n'est sujette qu'à peu de réparations. Il est convenable cependant d'avoir tou-

jours en réserve des cuirs de recharge, afin de s'en servir au besoin.

La seule incertitude que présentât la presse hydraulique de M. Dufour, était celle dépendante de l'imperfection du grand corps de pompe, que j'ai signalée plus haut. M. Dufour, confectionnant maintenant cette pièce en cuivre, en a écarté par-là même la cause d'imperfection que sa machine pût présenter encore; et ce changement n'en a apporté aucun dans le prix auquel il la livre au commerce.

SECTION II.

Accessoires d'une presse.

Dans la description des accessoires d'une presse, je ne supposerai pas qu'on veuille se servir du cylindre; mais j'admettrai que l'on adoptera l'action d'une machine qui, comme la presse hydraulique, donne d'un seul jet toute la quantité de jus que la pulpe puisse fournir.

Ces accessoires se bornent aux suivans :

1°. Des sacs pour renfermer la pulpe;

2°. Des claies d'osier;

3°. Un réservoir plat pour la préparation des sacs;

4°. Un réservoir à jus, des conduits, une pompe, etc.

Donnons quelques notes sur la composition et la forme de chacune de ces parties.

Digitized by Google

1°. *Sacs à pulpe.*

Ces sacs, dont une fabrique de sucre de betteraves exige un nombre varié et proportionné à son importance, doivent être confectionnés en toile solide : tel est, par exemple, le canevas de Russie ; nos toiles fortes de Bretagne sont également propres à cet usage. Il faut que le tissu ne soit pas tellement serré, que le jus ne puisse point le traverser, ce qui entraînerait infailliblement leur rupture ; et il faut aussi qu'il ne soit pas tellement ouvert, que la pulpe glisse à travers les mailles. Ce dernier inconvénient est moins à craindre et beaucoup plus rare que le premier ; ainsi, l'on devra surtout éviter de prendre une toile très serrée, parce que les tissus se resserrent toujours à l'humidité, et que cet inconvénient serait beaucoup plus préjudiciable que l'autre.

La dimension à donner aux sacs doit être déterminée par la force de la presse employée et l'énergie que l'on veut donner à l'effet. J'ai évalué approximativement par l'expérience que pour obtenir 70 pour 100 de jus d'une betterave, riche à 7° aréométriques, il fallait soumettre la pulpe à une pression de 2000 kilogrammes à peu près par décimètre carré. Ainsi, supposons qu'on dispose d'une force de 50 mille kilogrammes, on

pourra facilement trouver la surface à donner aux sacs pour obtenir la pression de 2000 kilogrammes par décimètre carré; il suffira de diviser 50000 par 2000, et l'on aura 25 décimètres carrés. Or, comme la forme de carré long est plus commode pour le travail que toute autre, on l'adopterait, et l'on donnerait dans ce cas aux sacs 4 décimètres de largeur et 8 de longueur, pour ne les emplir qu'à 6, les deux d'excédant étant utiles pour le pli qui doit fermer le sac.

Dans des évaluations de ce genre, il n'y aurait d'ailleurs d'inconvéniens que si l'on donnait aux sacs une surface plus grande que ne le comporte l'énergie de la presse, pour obtenir de la pulpe un épuisement suffisant. Ainsi, il faudrait surtout éviter d'établir, entre la force de la presse et la surface des sacs, un rapport plus petit que celui que j'ai indiqué ci-dessus.

Mon ami Cafler, qui se sert d'une presse hydraulique qui donne un effet de 100000 kilogrammes, s'est trouvé assez bien de donner à ses sacs 60 centimètres de largeur sur 80 de longueur, non compris le pli pour lequel il faut ajouter ici 2 ou 3 décimètres à la longueur.

Quant au nombre de sacs, il varie avec le nombre de presses qui fonctionnent, avec les dimensions en hauteur de leurs chapelles, et avec la charge des sacs en pulpe. Ainsi, supposons qu'on

Digitized by Google

n'ait qu'une presse, dont la hauteur de charge soit un mètre, et que chaque sac soit empli de manière à avoir 4 centimètres d'épaisseur avec la claie; il faudra alors 25 sacs pour chaque pressée. Ajoutons à ces 25 sacs 5 autres pour les inégalités d'emplis et les besoins imprévus pour cause de rupture, nous aurons ce qu'on appelle en fabrique un jeu de sacs. Si l'on ne travaille que de jour, il faudra deux jeux de sacs, afin de ne pas se servir constamment des mêmes, et de laisser ainsi à ceux qui ont fonctionné toute une journée le temps d'être lavés, séchés et raccommodés. Si l'on travaillait jour et nuit, il en faudrait au moins trois jeux pour en changer, comme cela est convenable toutes les douze heures. Il y a des fabriques où l'on se sert constamment du même jeu de sacs, même en travaillant jour et nuit, de sorte que ceux-ci sont constamment mouillés depuis le commencement de l'année jusqu'à la fin. Je n'approuve point cette méthode, parce qu'elle entraîne nécessairement une destruction plus prompte du tissu.

En admettant que chaque campagne se compose de cinq mois de travail constant jour et nuit, il faut compter au moins sur un jeu de sacs consommé par chaque campagne, et par conséquent sur l'achat annuel d'un pareil jeu.

Un sac de forte toile, établi dans les dimen-

Digitized by Google

sions indiquées plus haut, de 4 décimètres de largeur sur 8 de longueur, pourra coûter au manufacturier un franc, y compris la façon.

Les sacs exigent une très grande propreté, et il faut avoir soin de les laver toutes les 12 heures une fois dans de l'eau bouillante, qu'on peut aiguiser d'un ou deux millièmes de sous-carbonate de soude cristallisée, que l'on trouve aujourd'hui à très bas prix dans le commerce.

2°. *Claies.*

Les claies sont des tissus confectionnés en osier blanc ou brut. Elles servent à établir les piles de sacs sur le plateau de la presse, et à cet effet on les alterne comme nous le dirons ci-après. Ces claies doivent être faites avec beaucoup de solidité; c'est pour cela qu'il serait plus convenable de les établir avec l'osier brut qui porte sa peau, que de les faire avec l'osier blanchi. Les proportions qu'on doit leur donner sont fixées par celles du plateau de la presse, c'est-à-dire qu'elles doivent avoir les mêmes dimensions que lui. Ces claies, en effet, servent à maintenir la pile de sacs dans la position verticale où on l'établit sur la presse; elles sont à cet effet accotées, comme on le voit dans la planche IV, par les jumelles de la presse, et soutenues par devant et par derrière par des gîtes qui tiennent d'une part au

Digitized by Google

plateau de la presse, et qui glissent de l'autre dans des étriers fixés sur la potence.

Je ne décrirai point la construction de ces claies qui est connue de tout le monde. En effet, ce sont des carrés longs, formés par des bâtons parallèles qu'on assemble à l'aide d'osiers souples qu'on enlace absolument de la même manière qu'on le fait pour les paniers et tous les tissus communs d'osier.

Le nombre de ces claies doit être pour une presse égal à celui des sacs plus 1; ainsi chaque jeu de claies serait de trente-un, dans la supposition que nous avons admise en parlant des sacs. Il est aussi convenable d'avoir plusieurs jeux de claies, afin de pouvoir les renouveler toutes les douze heures, les laver et les raccommoder, quoiqu'au reste ce renouvellement soit moins urgent pour elles que pour les sacs.

La propreté extrême que nous avons recommandée pour les sacs, n'est pas moins utile pour les claies; il faut aussi les laver et les rincer avec de grands soins toutes les douze heures de travail. Ce lavage, qu'on fait à froid, s'exécute très bien dans le plat bac dont nous allons parler tout-à-l'heure, et qui sert à l'arrangement des sacs. A cet effet, on charge ce bac d'eau froide et propre, à moitié de sa hauteur, et l'on y jette de la chaux éteinte, à raison de 1 % environ de l'eau

employée ; puis on y passe les claies une à une, en ayant soin de les frotter avec un balai roide par dessus et par dessous, pour être certain que le lait de chaux pénètre partout. Après cela on les passe dans une ou deux eaux propres, pour les rincer, et on les fait sécher si l'on en a plusieurs jeux ; ou bien l'on peut s'en servir de suite pour de nouveaux travaux, si l'on n'en a qu'un jeu.

Une claie de 6 décimètres de largeur sur 8 de longueur, confectionnée en osier brut, peut coûter au manufacturier 50 centimes ; elle coûterait un peu plus en osier blanc. On peut compter d'user un jeu de claies par chaque campagne, en ne travaillant que le jour ; et, si l'on travaillait aussi la nuit, il faudrait compter sur une consommation de deux jeux.

3°. *Bac à préparer les sacs.*

Ce bac sert à la préparation des sacs ; il a la capacité utile pour recueillir le jus qui se sépare pendant cette opération ; il doit avoir pour largeur quelques décimètres de plus que celle des claies, et pour longueur quelques décimètres aussi de plus que deux longueurs de claies, et cela pour la facilité du travail, comme nous le dirons ci-après. Sa profondeur est toujours suffisante quand elle a 3 décimètres. Ainsi, par exemple, en admettant que les claies aient 6 décimètres de largeur sur

Digitized by Google

8 de longueur, il faudrait donner au bac qui nous occupe les proportions suivantes :

Largeur................	0^m80
Longueur..............	2,00
Profondeur............	0,30

Ce bac doit porter un robinet ajusté à fleur de son fond dans l'un de ses coins. Il doit être construit en bois solide, et doublé en cuivre mince. Sa place dans la fabrique est entre la râpe et la presse, et l'un de ses bouts doit toujours se trouver autant que possible près du bac à pulpe de la râpe. Pour la commodité du travail, on l'élèvera à quelques décimètres au-dessus du niveau du sol, à l'aide de quelques fortes gîtes ou sur un bâti quelconque. Son service exige l'emploi de quatre fortes tringles de 5 centimètres d'équarrissage, longues de 110 centimètres, et terminées à chaque bout par des poignées rondes. Ces tringles se placent à distances égales sur la longueur du bac, dans le sens de la largeur; elles servent à soutenir les claies sur lesquelles on arrange les sacs, et elles sont mobiles pour la commodité du service, comme nous allons bientôt l'expliquer.

C'est dans ce bac que j'ai recommandé de laver les claies à l'eau froide et à la chaux ; ce lavage lui sert en même temps, et le conserve dans un

état de propreté indispensable. Il est inutile, je pense, de faire observer qu'après chaque lavage des claies et la décantation de l'eau de chaux, il est nécessaire de passer de l'eau propre dans le bac, pour le rincer et ne point y laisser de malpropretés.

4°. Réservoir à jus, conduits, pompe, etc.

Ce réservoir sert à recevoir le jus au sortir de la presse, et à le mettre en réserve pour le transmettre ensuite dans la chaudière à déféquer. Il doit être muni de conduits propres à établir entre lui et la presse les communications nécessaires, et d'une pompe pour lui enlever sa charge et la porter dans la chaudière de défécation. Ce réservoir doit donc se trouver à un niveau inférieur à celui de la presse, pour qu'il puisse en recevoir le moût par une pente.

Il doit être confectionné en bois solide, doublé en cuivre, et muni à son fond d'une légère pente où l'on pratique une calotte dans laquelle plonge l'extrémité de la pompe, afin de pouvoir le vider en entier.

La capacité à lui donner dépend du système de travail adopté dans la manufacture. Ainsi, si l'on opère sur de grandes masses de manière à ne faire qu'une forte défécation en 12 heures, ce réservoir pourra ne contenir que la moitié de la

Digitized by Google

capacité de la chaudière à déféquer. Mais si l'on opère sur de petites masses, de manière à faire dans 12 heures de travail deux ou plusieurs défécations, le réservoir à jus devra contenir une quantité de jus égale à la capacité de la chaudière de défécation.

Sa forme est, d'ailleurs, de peu d'importance; on pourra l'établir suivant la commodité du local, ou en profondeur ou en surface, ou ronde ou carrée, cela est absolument indifférent. Les conduits qui servent à son service, de même que la pompe, doivent être en cuivre; et le tout, pour être conservé dans un état de propreté qu'on ne peut trop recommander, doit être nettoyé fréquemment à l'eau de chaux, et bien rincé.

SECTION III.

Manœuvre de la presse.

Le bac à préparer les sacs se trouvant placé comme je l'ai dit précédemment, l'un des bouts distant tout au plus de deux pieds du bac à pulpe de la râpe, on place les quatre tringles qui doivent supporter les claies, puis par-dessus on pose une claie; sur cette claie on jette le sac chargé de pulpe par un ouvrier placé à la râpe, comme nous l'avons dit en terminant la descrip-

tion du râpage. Alors deux ouvriers placés aux deux côtés du bac étendent le sac convenablement sur la claie, et le disposent de manière qu'il soit placé bien au milieu d'elle; puis avec leurs mains ils appuient sur la pulpe qui, dans l'empli du sac, s'était amassée au fond; ils appuient, dis-je, sur cette pulpe, chacun avec les deux mains, qu'ils promènent sur le plat du sac, et font glisser la pulpe dans la longueur; alors ils remplient en dessous la partie du sac destinée à cet effet, et ils achèvent de régulariser la distribution de la pulpe en la battant et promenant de nouveau le plat des mains sur toute la surface du sac. Lorsque cette opération est terminée, ils placent par-dessus le sac une nouvelle claie, puis un nouveau sac qu'ils arrangent comme le précédent, et ainsi de suite, en continuant d'alterner les sacs avec les claies jusqu'à ce qu'ils aient formé une pile d'une dixaine de sacs; alors celle-ci étant assez haute, et subissant des ébranlemens pour l'arrangement des nouveaux sacs, on la glisse, à l'aide des tringles, jusqu'à l'autre bout du bac, où elle doit rester en repos jusqu'à ce qu'un troisième ouvrier l'enlève pour la porter sur le plateau de la presse. Les deux autres tringles sont de suite apportées en place de la pile déplacée, au bout du bac voisin de la râpe; puis on pose dessus une claie, puis un sac qu'on

Digitized by Google

arrange, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on ait élevé une nouvelle pile d'une dixaine de sacs, qui est à son tour reportée sur le côté et remplacée par une autre. Pendant ce travail, le troisième ouvrier avance, à ceux qui arrangent les sacs, les claies et ces mêmes sacs qui leur sont nécessaires, et il est de plus chargé de porter les sacs préparés sur le plateau de la presse; à cet effet il les prend un à un sur la pile achevée, et les porte tels qu'il les prend sur le plateau de la presse, où il a soin de les arranger de manière à ce qu'on ne soit pas gêné pour replacer les solives G de la presse figurée planche 4. Pendant toutes ces opérations, la pulpe fournit déjà une portion de jus qui coule dans le bac à préparer, et lorsque la presse est complétement chargée, le poids de la pile de sacs suffit souvent seul pour faire couler le jus en assez grande quantité. La hauteur de charge est ici représentée par la ligne pointillée *ee*, et la hauteur réduite est représentée par *de*. Il faut donc, dans cet état, que le plateau D vienne en *d* pour produire son effet. La charge moyenne, dans ce cas, est d'environ 30 sacs par pressée.

Quand une presse est ainsi chargée, l'ouvrier, qui y a arrangé les sacs, replace les gîtes G et fait fonctionner le levier N; lorsque la résistance devient un peu plus grande, un des deux ouvriers

Digitized by Google

qui arrangeaient les sacs s'adjoint au premier, puis enfin un troisième et un quatrième, jusqu'à ce qu'on ait donné le maximum de pression.

Alors on abandonne la presse à elle-même, pour la laisser égoutter et en retirer par-là même tout le jus qui est sorti sous l'effort imprimé. Pendant ce temps, les ouvriers peuvent s'occuper à emplir et préparer de nouveaux sacs, ou attendre que la presse soit desserrée, s'ils n'ont qu'un jeu de sacs et de claies. Dans ce dernier cas, après un quart d'heure de repos, on desserre, et les trois ouvriers occupés à l'arrangement des sacs déchargent la presse; l'un en retire les sacs et les claies, en les prenant par trois ou quatre couples, et les portant dans un local destiné à recevoir la pulpe exprimée; là, il sépare les sacs des claies, ou bien il les apporte tous successivement; un second ouvrier prend les sacs qui sont alors roides comme des planches, les lève, les plie, les ouvre et les secoue de manière à détacher la pulpe des parois, et la faire tomber au fond des sacs, qu'il repasse ainsi au troisième ouvrier; celui-ci, enfin, prend les sacs par les deux coins du fond, les secoue et les vide; il les retourne et les bat, pour être certain qu'il n'y reste pas de pulpe adhérente.

Les appareils se trouvant après cela disposés à une nouvelle opération, on y procède immé-

Digitized by Google

diatement en suivant la même marche que je viens d'indiquer. En supposant que l'on ne dispose que d'un jeu de sacs et de claies, comme je viens de l'admettre, on peut facilement encore faire 10 à 12 charges d'une presse hydraulique en 12 heures de travail. Ainsi, en chargeant la presse de 400 kilogrammes de pulpe, on peut, dans une journée, presser 4,000 à 4,800 kilogrammes de racines qui, à raison de 70 pour 100 de jus, donneraient un travail journalier de 2,800 à 3,360 litres de jus.

Ce jus se recueille dans le réservoir que nous avons décrit précédemment, et cela, à l'aide de conduits de cuivre que l'on fixe à la gouttière E du plateau de la presse; l'un de ces conduits doit être mobile, c'est-à-dire monter et descendre avec le plateau.

Pendant la préparation des sacs, il se réunit dans le bac, qui sert à cette opération, une certaine quantité de jus, qui pourrait s'altérer si on l'y laissait trop long-temps. C'est pourquoi il est convenable de vider ce bac toutes les pressées ou au moins toutes les deux pressées; cette transvasion s'opère par le robinet placé à fleur du fond de ce bac, et à l'aide d'un conduit qui établit une communication entre l'orifice de ce robinet et le réservoir à jus. Comme le robinet est placé à fleur de son fond, il suffit, pour le

Digitized by Google

vider entièrement, de le soulever légèrement du côté opposé à celui où s'opère l'écoulement.

CHAPITRE V.

Défécation du jus.

Le jus de betteraves, dans l'état où la presse le fournit, emporte tout ce que la racine contient de soluble; et, dans cet état, il présente, comme nous le prouverons à la fin de cet Ouvrage, en parlant de l'analyse, du sucre mélangé dans l'eau avec diverses matières étrangères. Si le jus de betteraves ne contenait que du sucre en dissolution dans l'eau, il serait bien facile d'en extraire le sucre; car alors la solution du problème se bornerait à employer un moyen capable de séparer l'eau du sucre, et ce moyen nous est fourni très simple et facilement exécutable dans la vaporisation. On sait, en effet, qu'en faisant bouillir un mélange d'eau et de sucre, l'eau se sépare à l'état de vapeur; et en suspendant l'opération en temps convenable, comme nous le dirons par la suite, puis laissant refroidir la dissolution sirupeuse qui en résulte, on obtient une cristallisation abondante de sucre.

Digitized by

Qu'est-ce qui s'oppose à ce que l'extraction du sucre de betteraves ne se réduise pas à cette opération simple ? Ce sont les matières étrangères que le jus emporte avec lui et qui, combinées ou mélangées avec le sucre, rendent la vaporisation de l'eau difficile, provoquent la caramélisation du sucre, et rendent sa cristallisation pénible ou impossible. C'est donc vers les moyens de séparer le plus parfaitement possible ces matières, que l'attention du fabricant doit se diriger ; et c'est là ce que se propose l'opération connue sous le nom de *défécation* du jus.

La théorie et les moyens de la défécation sont tout chimiques. Celle-ci consiste, en effet, à trouver des agens de telle nature, qu'ils précipitent en tout ou en partie, sous forme solide, les matières étrangères au sucre, soit qu'ils entrent en combinaison avec elles, soit qu'ils les solidifient sans s'y combiner. Il faut aussi que ces agens ne soient pas susceptibles d'altérer le sucre par leur contact, et que, s'ils n'entrent pas en combinaison avec le précipité qu'ils forment, on puisse ensuite les enlever avec d'autres agens sous forme solide. On obtiendrait encore le même résultat, si l'on trouvait un agent capable de former avec le sucre un composé solide, en même temps qu'il respecterait les matières étrangères, ou ne formerait avec elles que des composés solubles ; il

Digitized by Google

faudrait aussi que dans ce cas le composé insoluble, formé par le sucre et l'agent employé, fût décomposable par un autre agent qui pût mettre le sucre en liberté. Toutes ces opérations, fondées sur les lois de l'affinité et de la cohésion, sont plus ou moins exécutables dans le laboratoire; mais pour les pratiquer dans les ateliers, il faut que leur complication ne les mette point au-dessus de l'intelligence et du savoir-faire de l'ouvrier, et que, de plus, la valeur des agens employés permette de le faire sans froisser la question économique; car c'est toujours celle-ci qui doit juger les procédés.

Tous les procédés de défécation employés jusqu'à présent dans les fabriques de sucre de betteraves consistent à traiter le jus par des agens qui en séparent, sous forme solide, une partie plus ou moins grande des matières étrangères. On favorise la réaction par la chaleur, et lorsque l'opération est terminée, on abandonne la liqueur à elle-même. Qu'arrive-t-il alors? les matières insolubles qui se trouvent en suspension dans le liquide, étant plus pesantes que lui, se précipitent au fond du vase où s'exécute l'opération; et l'on peut ainsi séparer le liquide du dépôt par une simple décantation.

Les seuls agens déféquans employés dans les ateliers, sont : l'acide sulfurique, et la chaux.

Digitized by Google

M. Achard avait indiqué le premier l'emploi simultané de l'acide sulfurique et de la chaux. M. Hermstaedt, chimiste prussien également célèbre, annonça ensuite un procédé de défécation à la chaux seulement, qui lui avait parfaitement réussi. Puis enfin, dans les travaux auxquels on se livra en France, on reconnut qu'on pouvait obtenir de très bonnes défécations en employant les actions successives de la chaux et de l'acide sulfurique. Il existe beaucoup d'autres agens susceptibles de déféquer; mais leur valeur ne permettant pas de les employer, toutes les tentatives qui ont été faites jusqu'à présent se bornent presque à employer de diverses manières le concours de la chaux et de l'acide sulfurique, dont les faibles valeurs dans le commerce n'exigent presque point de frais.

Leur emploi n'est pas sans inconvéniens, et nous les signalerons en temps et lieu; et pour obtenir des résultats bons et constans, il faut les employer avec discernement. C'est pourquoi nous décrirons avec de grands développemens, dans ce chapitre, les divers procédés de défécation usités avec l'emploi de la chaux et de l'acide sulfurique.

Nous avons déjà dit plus haut que la réaction des agens déféquans doit être favorisée par la chaleur; c'est pourquoi la défécation s'opère dans

Digitized by Google

des chaudières. Nous commencerons par nous occuper de ces moyens de la défécation dans la section suivante.

SECTION PREMIÈRE.

Des chaudières de défécation.

Les chaudières de défécation doivent être confectionnées en cuivre et de forme ronde, pour la commodité du travail en même temps que pour l'économie de la matière. Leur capacité varie beaucoup avec les diverses fabriques. Ainsi, les chaudières à déféquer de M. Chaptal contenaient 18 hectolitres; celles de M. Crespel ont une capacité pareille; M. Cafler n'emploie qu'une chaudière, qui contient 25 hectolitres; au château du Petit-Val, chez M. Bernard, il y a trois chaudières de défécation de 10 hectolitres de capacité chacune; enfin, M. Mathieu de Dombasle dit que, dans les dernières années de sa fabrication, il employait cinq chaudières à déféquer qui ne contenaient chacune que deux hectolitres, et qu'il se trouvait très bien de ces chaudières de petit calibre.

La dimension de la chaudière de défécation n'est pas une circonstance aussi indifférente qu'on pourrait le croire au succès de l'opération, et

Digitized by Google

nous devons, à cet égard, entrer dans quelques explications.

L'expérience de toutes les manufactures s'accorde généralement à reconnaître qu'il est très important d'accélérer le plus possible le travail du jus, et que moins on mettra d'intervalle entre le râpage et la mise en forme du sirop, plus les résultats seront bons, toutes autres circonstances étant égales d'ailleurs. En effet, le râpage développe, par son frottement sur la racine pour sa réduction en pulpe, un frottement considérable; et ce frottement est nécessairement accompagné d'un dégagement de chaleur que concourt encore à augmenter l'action de la presse (1). Or, on sait combien l'action de la chaleur est pernicieuse pour toutes les matières organiques dissoutes ou délayées dans de grandes masses d'eau. Cette action est tellement sensible qu'on peut la reconnaître entre la racine entière et la pulpe, et puis encore entre celle-ci et le jus exprimé. Enfin, l'altération va toujours en croissant, à fur et à mesure que le jus séjourne plus long-temps à l'air entre le râpage et la défécation. On a même souvent observé une décomposition telle, que le jus

(1) J'ai, en effet, reconnu par expérience ces développemens de chaleur, ainsi que je l'ai dit précédemment.

ne pouvait plus donner de sucre, ni même subir les préparations propres à le séparer.

Il est donc de la plus grande importance de se prémunir contre une semblable altération. Or, pour atteindre ce but, il faut que la fabrication soit organisée de manière à remplir la chaudière à déféquer dans l'espace de temps le plus court, afin qu'on puisse procéder immédiatement à cette opération. Mais si l'on opère sur de grandes masses, et par conséquent avec de grandes chaudières à déféquer, il faudra, pour les charger rapidement, prendre un nombre de râpes et de presses proportionné à la célérité qu'on voudra obtenir. Ainsi, pour charger une chaudière de 25 hectolitres en deux heures, par exemple, ce qui serait un laps de temps assez convenable, il faudrait râper et presser, pendant ce temps, environ 4000 kilogrammes de racines. Supposons qu'on se serve d'une râpe qui, en 12 heures de travail continu, expédie 8000 kilogrammes de racines, c'est ce que fait la râpe de Thierry; supposons aussi qu'on emploie une presse hydraulique qui, comme celle de Dufour, puisse épuiser 400 kilogrammes de pulpe en une heure : sur ce pied il faudra, pour obtenir 2500 litres de jus en deux heures, 3 râpes et 5 presses : mais si l'on ne veut faire que 25 hectolitres toutes les 12 heures, et qu'on n'ait, en conséquence,

Digitized by Google

qu'une chaudière à déféquer, on conçoit que nos 3 râpes et nos 5 presses ne fonctionneront que deux heures par jour, et que pendant tout le reste du temps elles resteront dans l'inaction. Ce serait là un grand vice dans une manufacture, où il n'est rien moins qu'indifférent d'économiser le capital qui dort en appareils. D'un autre côté, lorsqu'on ne veut remplir une chaudière de 25 hectolitres qu'avec une râpe et une presse, on retombe dans l'inconvénient que nous avons signalé, de faire attendre long-temps le jus avant de commencer la défécation. Or, ces deux extrêmes sont également nuisibles, et on doit les éviter.

Pour concilier l'économie des appareils avec celle de l'opération, qui exige de la célérité, il y a un moyen très facile : c'est de prendre le nombre de râpes et de presses strictement utiles pour le travail qu'on veut faire dans un temps donné, de manière à ce que ces appareils, en fonctionnant continuellement, représentent un capital toujours actif, et de modifier la dimension de la chaudière à déféquer de manière à y travailler le jus d'une pressée ou de deux tout au plus. Ainsi, dans l'hypothèse que nous avons admise tout à l'heure, qu'on se serve d'une râpe de Thierry et d'une presse hydraulique de Dufour, qui épuise 400 kilogrammes de pulpe en une

Digitized by Google

pressée faite en une heure, on opérera la défécation dans une chaudière convenable, en lui donnant 300 ou 600 litres de capacité. Dans cette hypothèse, une seule ne suffirait pas, et il en faudrait deux pour mettre de la continuité dans la défécation.

On peut déjà concevoir, par ce simple exposé, quels peuvent être les avantages des petites chaudières sur les grandes. Elles réduisent les masses de jus nécessaires pour opérer la défécation, et en réduisant les appareils râpes et presses au strict nécessaire de la fabrique, elles ne forcent point le jus à attendre et à subir des altérations. La continuité est introduite par elles dans la défécation, et avec cette continuité tous les avantages qui en sont inséparables dans les opérations industrielles. Il ne faudrait cependant pas pousser outre mesure la réduction des chaudières de défécation, parce que alors, au lieu de devenir un perfectionnement, cette réduction serait un vice. En effet, le meilleur mode de séparer les écumes et les dépôts, produits par la défécation, du liquide clair dans lequel ils nagent, paraît être la précipitation. Or, pour obtenir cette précipitation, il faut, à chaque défécation, retirer le feu de dessous la chaudière; il faut de plus abandonner la chaudière à elle-même un laps de temps suffisant pour que le dépôt ait le temps de se for-

Digitized by Google

mer et de prendre quelque consistance. Ce temps ne serait guère plus court pour des masses très petites que pour des moyennes, et le soutirage présenterait beaucoup plus de difficultés et de façons. Ce sont ces motifs et plusieurs autres, déduits de l'expérience, qui me portent à donner la préférence à des chaudières moyennes.

Ainsi, je ne saurais reconnaître comme bien bonne aucune des dimensions de chaudières que j'ai citées plus haut; et celles de 25 hectolitres de Cafler, comme celles de 2 hectolitres de M. de Dombasle, ne me paraissent pas susceptibles d'être adoptées. Cependant, s'il fallait faire un choix entre ces deux calibres, je ne balancerais pas un instant à donner la préférence à celles de M. de Dombasle. Une dimension très convenable à donner aux chaudières de défécation serait, à mon avis, de 4 à 500 litres. Il en faudrait au moins deux pour la continuité des travaux; et l'on pourrait en augmenter le nombre suivant l'importance de la fabrication. Deux chaudières de ce calibre feraient toujours très facilement le travail d'une seule de 25 hectolitres, et elles ne coûteraient pas autant pour être établies. Comme elles fonctionneraient alternativement, cette circonstance se prêterait bien à l'économie de main-d'œuvre et de combustible, parce que l'une achevée, son feu serait porté dans le foyer de l'autre

prête à commencer, et les ouvriers en déféqueraient toujours une pendant que l'autre serait en précipitation.

Une chaudière de défécation, destinée à fonctionner par précipitation, doit avoir, à peu près, une hauteur égale à son diamètre. Sa capacité est toujours très facile à calculer d'après ces données, en évaluant un décimètre cube pour un litre, et en donnant toujours à la chaudière un 5^{me} de plus en capacité pour le montage. Voici un moyen très simple d'effectuer ce calcul qui est fondé sur la propriété géométrique des cylindres (qui ont les diamètres égaux à leurs hauteurs), que leurs volumes sont entre eux comme les cubes de leurs diamètres ou de leurs hauteurs.

Supposons que l'on veuille établir une chaudière pour travailler 5 hectolitres de jus; il faudrait lui donner 6 hectolitres de capacité, c'est-à-dire 600 décimètres cubes ou 600000 centimètres cubes. Prenons pour mettre en rapport avec ce terme, et pour trouver le diamètre et la hauteur que nous devrons donner à cette chaudière, une autre chaudière cylindrique qui aurait 1^{m},000 de largeur, sur autant de hauteur, et cherchons dans ce cas quels seront sa capacité cubique et le cube de son diamètre : nous trouverons, pour l'une, 785 250 centimètres cubes, et pour l'autre, 1000000 centimètres cubes :

ainsi, $\frac{785\,250}{1\,000\,000}$ représentent le rapport cubique d'un cylindre, dont le diamètre est égal à la hauteur, au cube de ce même diamètre; ce rapport sera constant, et nous servira pour trouver les diamètres de toutes les chaudières cylindriques dont le diamètre devra être égal à la hauteur. A cet effet, nous établirons la proportion suivante :

$$785\,250 : 1\,000\,000 :: 600\,000 : x$$

x donnera le cube du diamètre à donner à une chaudière qui devra contenir 600 litres; ce sera ici 764 centimètres cubes, plus une fraction très petite. Or, en extrayant la racine cubique de 764 par les moyens arithmétiques connus, nous aurons 915 millimètres pour hauteur et diamètre cherchés de la chaudière. Ainsi, pour établir une chaudière propre à déféquer 500 litres de jus et qui contienne 600 lit. pour la facilité du travail, nous lui donnerions la forme d'un cylindre qui aurait 915 millimètres de diamètre sur autant de hauteur.

On obtiendrait aussi facilement les proportions de chaudières plus grandes : nous n'en donnerons donc pas d'autre exemple.

Toute chaudière à déféquer dans laquelle on laisse opérer la précipitation, doit être munie de deux robinets, dont l'un, placé à fleur du fond,

Digitized by Google

sert à décanter les écumes et le magma qui restent sur ce fond après le soutirage au clair, et dont l'autre, placé un peu au-dessus de ce fond et du dépôt, sert à soutirer le liquide clair après la précipitation. Pour fixer la hauteur exacte à laquelle il est convenable de placer ce dernier robinet, il faut savoir à peu près quelle est la hauteur du dépôt dans toute chaudière de défécation.

On peut compter généralement qu'une défécation donne du 6^{me} au 8^{me} de son volume en dépôt précipité au fond de la chaudière. Ainsi, si l'on se servait d'une chaudière qui eût 915 millimètres de hauteur et 600 litres de capacité pour être chargée à 500, l'on aurait alors une hauteur de charge égale aux $\frac{5}{6}$ de 915, c'est-à-dire de 765 millimètres. Pour fixer la hauteur du robinet à tirer au clair, nous prendrons le minimum d'écumes, c'est-à-dire le 8^{me}, et nous aurons ici $\frac{765}{8}$ soit 8 à 9 centimètres, qui représenteront la distance du fond à laquelle on devra placer le robinet à tirer au clair.

La chaudière de défécation doit être montée à une hauteur telle, que le liquide clair qu'on en retire coule par une pente naturelle dans les chaudières d'évaporation. La température qu'on veut y obtenir ne devant jamais excéder 80° Réaumur, on peut la monter sur un fourneau économique.

Digitized by Google

Ainsi, en admettant qu'elle ait les dimensions recommandées ci-dessus, c'est-à-dire 915 millimètres de diamètre sur autant de hauteur, on lui donnera une grille carrée qui présentera une surface ainsi proportionnée :

Longueur......... 0,m60
Largeur.......... 0, 40

On confectionnera cette grille en fonte, et on la composera de 10 barreaux, auxquels on donnera 3 centimètres de largeur sur 6 d'épaisseur; il restera ainsi 10 ouvertures d'un centimètre chacune entre chaque barreau. On placera le fond de la chaudière à 40 centimètres au-dessus de la grille. On construira, autour de la chaudière, un canal en hélice pour la circulation de la flamme jusqu'à la hauteur de charge, c'est-à-dire jusqu'à 765 millimètres. On donnera à ce canal, depuis sa naissance dans le foyer jusqu'à son orifice d'échappement dans la cheminée, une ouverture dont la section présente un parallélogramme de 9 décimètres carrés. Dans cet état, la chaudière présentera au foyer direct et à la flamme qui circulera autour d'elle une surface de chauffe égale à 240 décimètres carrés; et elle pourra amener facilement sa charge de jus à l'ébullition dans l'espace de trois quarts d'heure, avec une consommation de 11 kilogrammes de

Digitized by Google

charbon de terre. Si l'on brûlait du bois, il en faudrait une quantité double. Voyez d'ailleurs, pour cette question, les divers renseignemens que j'ai consignés, sur la construction des foyers, dans mon Traité complet de l'Art de la distillation (1).

---

(1) On voit par-là qu'on obtient, avec une petite chaudière, une célérité dans le chauffage, qu'on ne pourrait pas obtenir avec une grande, même en proportionnant la surface de la grande à celle de la petite. En effet, la vitesse de chauffage dans les fourneaux est proportionnelle aux surfaces des grilles, en admettant d'ailleurs une consommation de combustible croissant dans un rapport plus grand que ces surfaces, ce qui n'est pas trop inexact pour une certaine limite. D'après cela, si l'on voulait chercher une loi approximative de cette vitesse, on pourrait la trouver dans le rapport de la surface de la grille à la capacité cubique de la chaudière, et l'on reconnaîtrait que, pour obtenir un chauffage également prompt dans deux chaudières de grandeurs inégales, il faudrait mettre les surfaces de leurs grilles en proportion avec leurs capacités. Éclaircissons cela par un exemple : supposons qu'on veuille chauffer une chaudière contenant 25000 litres en trois quarts d'heure, comme nous avons chauffé la petite de 500 litres ; celle-ci avait, pour cela, une grille qui présentait 24 décimètres carrés : on demande quelle surface il faudra donner à la grille de la grande chaudière pour obtenir le résultat voulu, c'est-à-dire le chauffage de son liquide aussi en trois quarts d'heure. A cet effet on établira cette proportion :

Digitized by

Au reste, le fourneau d'une chaudière de défécation se monte comme tous les fourneaux con-

---

500 litres : 24 décimètres carrés :: 2500 litres : x.

On trouvera, pour valeur de x, 120 décimètres carrés, qui représenteront la surface de la grande grille. On pourra se servir de ce moyen pour ce genre d'évaluation ; mais on remarquera que les surfaces de chauffe n'augmentant point dans le rapport des capacités des chaudières, il faut, pour obtenir avec des grandes un effet égal à celui des petites, y brûler une quantité de charbon proportionnellement plus grande que leur surface ; et c'est ce qui arrive toujours. En effet, on varie la hauteur des foyers avec les dimensions des chaudières et des grilles, et par suite on augmente la hauteur de la couche de charbon entretenue constamment sur une grille avec les dimensions de cette grille ; et partant la consommation du charbon suivrait une loi qui ne marcherait pas avec le carré de cette dimension. On peut trouver dans cette considération une sorte d'explication du phénomène remarquable observé par l'illustre Rumfort sur l'influence des dimensions des chaudières sur l'économie du combustible. Ce savant, en effet, avait observé que, passé une certaine limite, que je crois être 5 à 600 litres, il n'y avait que de la perte à augmenter les dimensions des chaudières ; il n'a pas assigné la cause de ce fait, et je pense qu'on peut la trouver dans la diminution disproportionnelle des surfaces de chauffe des chaudières, à fur et à mesure que leur capacité augmente.

Il en serait encore de même, et pour les mêmes raisons, si l'on conservait une même dimension de grille sous des chaudières d'inégales dimensions ; c'est-à-dire que, dans

Digitized by Google

nus. On peut, si l'on veut, lui donner une grande solidité, l'armer de ferrures sur toutes les arêtes, afin d'empêcher, par-là, les dégradations de la maçonnerie. Il ne sera pas mal non plus d'élever la maçonnerie un peu au-dessus du niveau du bord de la chaudière, et de lui donner une légère inclinaison vers la capacité de cette même chaudière, afin que si, par une cause imprévue, le liquide venait à monter fortement en écume, ou qu'on voulût faire une charge plus forte, les

---

ce cas, l'économie du combustible serait en faveur de la petite chaudière, parce que la petite chaudière ayant, proportionnellement à sa capacité, une surface de chauffe plus étendue que la grande, porterait à l'ébullition son liquide dans un laps de temps qui ne serait pas en rapport avec le temps employé par la grande pour produire le même effet. Ces considérations sont extrêmement importantes pour tous les cas où il s'agit d'économiser le combustible, et les personnes que cette question intéresse ne sauraient trop les méditer. Elles découlent de ce principe trop peu connu, que, dans toutes les circonstances, la transmission du calorique d'un corps à un autre dépend non-seulement de la différence de température qui existe entre eux, mais encore de leurs points de contact ou de l'étendue des surfaces par lesquelles elles se regardent. Or, ces surfaces dans une chaudière sont celles qui se trouvent ou en regard du combustible, ou lampées par la flamme et l'air chaud qui se dégagent de ce même combustible.

Digitized by Google

écumes fussent arrêtées et ne pussent pas s'échapper par-dessus les bords. Ce plat de la maçonnerie se garnit même souvent d'une feuille de cuivre mince qui est simplement apposée.

Après la garniture du fourneau qui se compose d'une pelle à mettre le charbon et d'un ringard pour attiser et retourner le combustible incandescent, les accessoires sont ceux que nous allons indiquer dans la section suivante.

SECTION II.

Accessoires d'une chaudière à déféquer.

Les accessoires utiles d'une chaudière de défécation sont les suivans :

1°. Un thermomètre et un aréomètre.

2°. Une balance et des poids pour peser la chaux.

3°. Un bac à la chaux et des seaux de bois.

4°. Une mesure en plomb ou en cuivre, pour l'acide sulfurique.

5°. Un mouveron en bois pour agiter la chaudière.

6°. Une cuiller en cuivre argenté, pour observer le jus, et une soucoupe d'épreuve.

7°. Une écumoire.

8°. Des filtres aux écumes et conduits.

Nous allons passer ces divers accessoires en revue.

1°. *Aréomètre et Thermomètre à déféquer.*

L'aréomètre est utile dans la défécation pour estimer la densité du jus et varier les opérations en conséquence. On se sert généralement de l'aréomètre de Beaumé (1).

Pour la commodité des observations, il faut que l'aréomètre soit muni d'une enveloppe ou d'un étui en fer blanc qui porte un manche en bois; c'est dans cet étui, qu'on tient par le manche, qu'on puise le liquide à observer.

Il est important, si l'on veut recueillir des observations exactes et comparatives, d'observer toujours le jus à la même température. Ainsi, on le prendra au sortir de la presse, et on le plongera, à l'aide de l'étui de fer blanc, dans l'eau sortant du puits, pour le ramener au tempéré 10° du thermomètre Réaumur. Alors, on y plongera l'aréomètre, et l'on aura un résultat comparatif pour tous les essais que l'on fera avec la même précaution. C'est dans cet état, et à cette température, que le jus a une densité qui varie de 5 à 10° aréométriques de Beaumé. Si on

---

(1) M. Gay-Lussac construit cet aréomètre avec une grande perfection, de sorte qu'on fera bien de se procurer chez lui cet instrument, afin d'être certain de l'avoir toujours identique.

Digitized by Google

le pesait bouillant, on trouverait une différence de 4° à peu près en moins, parce qu'alors la chaleur, dilatant le liquide, en diminue la pesanteur spécifique (1).

Le thermomètre est utile dans la défécation pour juger les progrès de la température, et fixer, par-là même, les momens favorables pour mettre les agents déféquans. Il doit, pour la commodité des observations, avoir au moins un pied de longueur, et être gradué sur cuivre depuis le 50me degré jusqu'au 81me à peu près. On le monte sur bois, pour le préserver des chocs et le rendre moins fragile. Il doit pouvoir accuser une température de 85° Réaumur, au moins. On le pend ordinairement à une corde placée au-dessus de la chaudière à déféquer, et il doit y rester immergé à peu près en entier pendant tout le temps que dure la défécation. On ne l'en retire que chaque fois qu'on veut faire une

---

(1) Cet aréomètre est encore utile dans l'évaporation du jus, pour estimer le point de concentration et juger le moment favorable à la clarification. Il est enfin d'un usage tellement journalier dans une fabrique de sucre de betteraves, qu'on fera bien de s'en procurer un certain nombre; car cet instrument, étant en verre, est très fragile, et l'on est souvent exposé à devoir le renouveler, surtout lorsqu'on le met entre les mains des ouvriers.

observation. Pour ne point gêner le mouvage, il sera bien de le suspendre contre une des parois de la chaudière.

2°. *Balance et poids pour peser la chaux.*

Cette balance ne doit pas être d'une grande dimension, ni d'une grande exactitude. Il suffit qu'elle soit sensible à quelques grammes. Si l'on opérait sur de grandes masses, comme 25 hectolitres, il faudrait qu'elle pût peser une vingtaine de kilogrammes; ou bien il faudrait faire plusieurs pesées pour une même charge. Mais, en opérant sur une charge de 5 hectolitres, il suffira d'avoir une balance qui puisse peser 5 kilogrammes. Il faudra néanmoins, pour cela, que le plateau destiné à recevoir la matière à peser soit en forme de chaudron, de manière à pouvoir contenir un volume de 5 à 6 kilogrammes de chaux éteinte.

Quant aux poids, il suffira aussi d'en avoir une série capable de peser environ 5 kilogrammes.

3°. *Bac à éteindre la chaux, et seaux en bois pour le service de la défécation.*

Les proportions de chaux indiquées par les auteurs et les fabricans, pour la défécation du jus de betteraves, désignent généralement cette substance non éteinte, c'est-à-dire dans l'état où elle sort du

Digitized by Google

four, de sorte qu'après l'avoir pesée dans cet état, il faut, pour l'employer, l'éteindre avec de l'eau, puis la transformer en lait. C'est pour procéder à cette opération que l'on a besoin d'un bac particulier. On lui donne ordinairement une forme ronde, et on le proportionne à la quantité de chaux que l'on veut y faire fondre; il doit être muni d'un couvercle pour y concentrer la chaleur que développe la combinaison de l'eau avec l'alcali.

Je serais d'avis, moi, qu'on ne pesât jamais que de la chaux éteinte, et l'on serait ainsi plus certain d'en avoir une proportion constante. A cet effet, on pourrait employer un grand bac construit en maçonnerie ou en pierre, dans lequel on éteindrait la chaux en grandes masses. Un bac semblable serait plus économique que s'il était confectionné en bois; car le bois s'altère bien promptement sous l'influence de la chaux.

Lorsque la chaux serait ainsi fusée et refroidie, on la passerait à travers un tamis de crin pour en séparer les morceaux mal cuits qui n'auraient pas cédé à l'action de l'eau. Ces morceaux, dans le mode d'opérer ordinaire, sont comptés dans une défécation comme partie active, tandis qu'ils sont tout-à-fait inertes; et d'un autre côté, comme ils s'y trouvent toujours en quantités inégales, il en résulte toujours des erreurs dans le dosage.

Digitized by Google

Les seaux utiles pour le service de la chaudière à déféquer doivent être en bois, de forme ronde, cerclés en fer et munis d'une anse du même métal; ils peuvent contenir 10 à 12 litres.

4°. *Mesure en plomb ou en cuivre pour l'acide sulfurique, et vase en bois pour l'étendre d'eau.*

L'acide sulfurique attaquant tous les métaux communs, le plomb et le cuivre exceptés, sur lesquels il n'agit que par le concours simultané de l'air, on devra employer exclusivement ces deux métaux pour confectionner les mesures nécessaires au dosage de l'acide sulfurique. On pourrait encore employer pour le même objet des vases en verre ou en grès; mais il ne faudrait pas prendre des poteries vernies, parce que leur vernis s'altère promptement.

L'acide sulfurique s'étend ordinairement de 5 à 6 parties d'eau en volume avant d'être employé. On exécute cette opération dans un seau en bois, dont on peut remplacer les garnitures de fer par du cuivre rouge, pour éviter l'altération.

5°. *Mouveron pour agiter la chaudière.*

Ce mouveron se compose d'un bâton rond et long comme deux fois la profondeur de la chau-

Digitized by Google

dière à déféquer; il est muni, à l'une de ses extrémités, d'une planche ronde de 3 à 4 décimètres de diamètre, suivant la dimension de la chaudière. Cette planche, percée de trous sur sa surface, est fixée solidement à équerre au bout du bâton, et c'est elle qui est destinée à produire l'agitation par le mouvement que l'ouvrier lui imprime à l'aide du manche.

Ce mouveron est le plus simple et le plus commode que l'on puisse employer, et il est très préférable à la spatule à surface plate qu'on ne peut promener que sur le fond de la chaudière sans produire, même avec de grands efforts, un mouvement comparable à celui qu'on obtient facilement à l'aide du mouveron que je viens de décrire.

6°. *Cuiller en cuivre argenté pour observer le jus, et soucoupe d'épreuve.*

Cette cuiller, destinée à prendre du jus dans la chaudière à déféquer, doit être brillante et polie, pour donner plus de facilité à l'ouvrier qui y reconnaît, comme nous le dirons plus loin, le terme où la défécation est complète et bonne. C'est pourquoi je recommande de la prendre en cuivre argenté; elle produira ainsi les effets d'une cuiller d'argent sans avoir les inconvéniens d'un meuble semblable exposé à traîner dans un atelier.

La soucoupe d'épreuve doit être bien blanche; la porcelaine commune conviendrait bien sous ce rapport. La fonction de cette soucoupe est de recevoir des gouttelettes de sirop de violette et de tournesol pour reconnaître, en les touchant avec le liquide qui est en défécation, les excès d'alcalis et d'acide. Ce meuble est extrêmement commode dans le travail, et permet de mettre une grande célérité dans les observations.

7°. *Grande écumoire.*

Cette écumoire doit avoir au moins deux décimètres de diamètre, et être fixée à l'extrémité d'un long manche en bois. Elle sert à enlever les écumes quand le manufacturier désire le faire. Je ne pense pas que cela soit nécessaire, surtout quand on opère par précipitation, parce qu'alors la couche d'écumes préserve le moût du contact de l'air et d'un refroidissement prompt. Cependant j'ai cru devoir mettre cette écumoire au nombre des accessoires utiles d'une chaudière à déféquer, parce qu'il peut souvent arriver qu'on ait besoin de son service.

8°. *Filtres aux écumes et conduits.*

Le filtre aux écumes est souvent, dans les fabriques, un simple carré en bois solide et de grande dimension sur lequel on fixe un grand

Digitized by Google

sac de forte toile dans lequel on laisse les écumes exposées au contact de l'air, et partant à un prompt refroidissement. Le sac chargé a une forme telle qu'il ressemble à une pyramide quadrangulaire et renversée. Dessous ce filtre on place un réservoir qui a une surface au moins égale à celle du filtre, et qui est destiné à recevoir tout le jus qui s'en sépare.

Il est facile de reconnaître par ce simple exposé tout ce que ce mode de filtration des écumes a de vicieux et d'imparfait. En effet, pour obtenir des écumes la plus grande quantité de liquide, et dans l'espace de temps le plus court possible, il est important de les préserver du contact de l'air qui les refroidit et rend la filtration pénible, ou même impossible.

C'est pour ces raisons que je recommanderai d'employer, pour filtrer les écumes, un système de filtres fermés pareils à ceux que je décrirai plus loin pour la filtration du jus clarifié. La construction devra être la même, à cette seule différence que le tissu qui fait fonction de filtre pour le jus clarifié est en laine, tandis qu'il doit être en toile pour les écumes. On leur donnera une dimension pareille, et l'on calculera, pour le nombre qu'on devra en établir, qu'un filtre, pour être bien sec, exige une douzaine d'heures de repos, et que chaque défécation donne à peu près un huitième de

Digitized by Google

son volume en magma destiné au filtre aux écumes. Supposons que ce magma soit de 3 hectolitres, il pourra rendre au moins 1 $\frac{3}{4}$ hectolitres de jus dans un filtre fermé.

Le filtre aux écumes doit être muni d'un petit réservoir destiné à contenir tout le jus que peut rendre une charge.

SECTION III.

Des divers procédés de défécation.

La défécation est l'une des opérations les plus difficiles de la fabrication du sucre de betteraves. C'est une de celles qui présentent le moins de constance dans leurs résultats, à cause des grands changemens qui peuvent s'opérer dans la nature du fruit pendant toute la durée du travail, ou même à cause des altérations qui peuvent se présenter pendant la durée d'une opération.

La bonté d'une défécation ne peut être accusée, de même que ses imperfections, que par quelques caractères physiques que l'expérience a fait connaître. On peut encore la juger en quelque sorte par la marche des opérations qui la suivent. En effet, une bonne défécation est presque constamment suivie d'une évaporation et d'une cuite faciles. Mais dans tous les cas on ne peut être bien assuré du succès que lorsqu'on

Digitized by Google

a vu le sucre se former dans les formes avec toutes les qualités requises pour donner de grands et de beaux produits.

Les caractères connus jusqu'à présent et usités pour diriger la défécation, seront, malgré l'état d'imperfection où ils se trouvent encore, d'une très grande utilité au fabricant; car sans eux cette opération serait tout-à-fait arbitraire, et son succès ne pourrait jamais dépendre que du hasard. Nous nous attacherons donc à décrire ces caractères avec beaucoup de soin.

Un grand nombre d'agens sont capables de concourir à la défécation du jus de betteraves; mais leur emploi est ou difficultueux ou beaucoup trop dispendieux pour pouvoir être introduit en manufacture. Nous nous bornerons donc à décrire les procédés les plus simples, c'est-à-dire ceux qui résultent ou de l'emploi de la chaux seulement, ou de l'emploi simultané de l'acide sulfurique et de la chaux. Ceux-là sont les seuls usités, et par-là même bien sanctionnés par l'expérience.

Première méthode de défécation.

Procédé des Colonies.

Ce procédé, utilisé depuis de longues années dans les colonies, pour le travail du vesou de cannes, consiste à le traiter par la chaux et la cha-

Digitized by Google

leur : dans quelques parties des Indes occidentales, on assure que les fabricans ajoutent de plus à leurs défécations des lessives de cendres; mais cette addition n'est pas généralement usitée, et l'on peut considérer le procédé comme se bornant au simple emploi de la chaux aidé par la chaleur (1).

Lorsqu'il fut question de suppléer, en Europe, au sucre de la canne, par celui de la betterave, et de créer en même temps tous les procédés de la nouvelle industrie, les regards dûrent naturellement se diriger vers les travaux de l'Inde, et puiser dans leur expérience toutes les lumières qu'il était possible d'espérer d'une analogie remarquable. En effet, quoi de plus analogue que deux jus de végétaux différens, mais où prédomine dans des proportions inégales une substance identique, dont la séparation et l'extraction sont pour l'un comme pour l'autre le seul

(1) Les lessives de cendres n'opéreraient évidemment ici que par le sous-carbonate de potasse qu'elles contiennent, et qui serait transformé en potasse caustique par la chaux qu'on emploie simultanément. Les cendres introduiraient donc de la potasse caustique dans le jus. Nous verrons plus loin que, dans le procédé qui nous occupe, il se produit quelque chose de semblable; c'est-à-dire que la chaux met de la potasse en liberté dans le jus.

Digitized by Google

point de mire des recherches et des travaux?

Cette analogie échappa à Margraff, l'auteur de la découverte du sucre de betteraves, ou au moins nous avons lieu de le supposer, puisque cet auteur, en recommandant cette fabrication à ses compatriotes, ne parle pas du procédé des colonies, et n'a publié qu'un procédé très informe, qui n'est pas susceptible de donner en grand quelque bon résultat.

Il n'en est pas de même d'Achard, qui, dans ses recherches sur les moyens d'exécuter en grand la fabrication du sucre de betteraves, parle bien de la défécation par la chaux, mais pour l'exclure et lui préférer un procédé plus compliqué dont nous parlerons plus loin. M. Achard fait plus, il explique les motifs qui lui font exclure ce procédé; et, quoi qu'il en soit d'ailleurs de la validité de ces motifs et de l'exactitude des expériences sur lesquelles ils sont fondés, il n'en est pas moins vrai que si M. Achard n'a pas recommandé le procédé à la chaux, ce n'était pas par ignorance, c'est parce qu'il en avait trouvé un autre qu'il lui croyait et qui lui est réellement préférable.

M. Lampadius publia, dès l'an 9, dans les Annales de Chimie, un procédé propre à dépurer le suc de betteraves par la chaux et le charbon; et il annonçait avoir obtenu, par ce moyen, de

Digitized by Google

bons résultats. Ce chimiste paraît être le premier qui ait déféqué avec succès le jus de betteraves par le procédé des colonies.

M. Hermstaedt, autre chimiste justement célébre de Berlin, annonça dans une dissertation sur la manière d'extraire le sucre de betteraves, publiée dans les Annales de chimie, an 1809, qu'il avait obtenu une moyenne de 3 pour cent de sucre en traitant le jus par la chaux seule, et que ces expériences avaient été exécutées assez en grand pour lui rendre quelques milliers de sucre de belle qualité.

Ce furent, je crois, ces résultats avantageux, obtenus et signalés par des hommes dignes de foi, qui amenèrent chez nous l'attention des savans et des manufacturiers sur les procédés des colonies. On en vint avec d'autant plus d'ardeur à ces procédés qu'ils étaient très simples, et que ceux d'Achard, répétés avec plus ou moins d'exactitude et de perfection, ou modifiés d'une manière peu refléchie, n'avaient pas offert partout des résultats satisfaisants.

Dès-lors, vinrent les travaux et les expériences de MM. Barruel, C. Derosne, Bonmatin, etc., qui assignèrent à la défécation à la chaux ou des succès possibles ou une supériorité remarquable.

Aujourd'hui encore, la défécation à la chaux est usitée dans plusieurs fabriques qui prospèrent,

Digitized by Google

et qui prouvent que si ce moyen n'est pas le meilleur, il est au moins susceptible, dans l'état où on l'utilise maintenant, de soutenir une usine concurremment avec les autres et avec les sucres des Indes. La meilleure méthode que je connaisse de déféquer à la chaux seule, est, à mon avis, celle employée par M. Houdart, fabricant de sucre de betteraves près Douay; et je dois la connaissance de cette méthode, que je vais exposer, à mon ami Cafler qui l'a lui-même prise chez M. Houdart.

Supposons, pour cela, qu'on opère sur 500 litres de jus. La chaudière étant chargée, et le feu étant en activité, on place le thermomètre, et l'on attend que celui-ci monte à 60 ou 65°. Pendant ce temps, on pèse 2500 grammes de chaux éteinte et passée au tamis; puis on prépare 4 ou 5 autres sacs, de chaux pareille, pesant chacun 200 grammes. Cela étant fait, on dépose les 2500 grammes de chaux dans un vase de bois où on les transforme avec de l'eau propre en un lait très clair, que l'on verse dans la chaudière, quand la température est arrivée au degré indiqué ci-dessus de 60 à 65°. Alors un ouvrier s'arme du mouveron et agite fortement pendant quelques minutes, pour bien favoriser le contact de la chaux et du vesou. Déjà, avant cette addition de la chaux, la chaleur a dû for-

mer à la surface du liquide une écume épaisse qui est même le plus souvent accompagnée d'un volume variable de mousse; la chaux détruit souvent cette écume, ou bien on la met en suspension dans le liquide, par l'agitation que lui imprime le mouveron. Lorsque le mélange est supposé parfait, on attend quelques minutes encore pour que l'effet voulu ait le temps de se produire, puis, à l'aide d'une cuiller bien avivée, on prend un peu du liquide et on l'observe; dans cet état, si la proportion de chaux ajoutée est suffisante, le jus doit présenter une foule de grumeaux en suspension, qui se précipitent rapidement au fond de la cuiller, en laissant à découvert un liquide bien limpide et transparent, et d'une couleur plus ou moins ambrée. S'il n'en est pas ainsi, c'est-à-dire si les grumeaux sont très divisés, s'ils ne font que nager dans la liqueur, sans se se précipiter dans l'espace même de quelques secondes, si le jus conserve une teinte louche et laiteuse, c'est que la proportion de chaux n'est pas suffisante, et il faut en ajouter.

A cet effet, on prend l'un des petits paquets de 200 grammes, on délaye la chaux qu'il contient dans de l'eau, puis on la verse dans la chaudière, en ayant soin d'agiter de nouveau. Alors on observe encore le jus dans la cuiller, et s'il ne présente pas encore les caractères que je viens d'indiquer

Digitized by Google

d'un bonne défécation, on continue d'ajouter de la chaux de 200 grammes en 200 grammes, jusqu'à ce que ces caractères se présentent.

Il est facile de concevoir que ces tâtonnemens ne doivent guère s'exécuter que pour la première opération que l'on fait au commencement de l'année, et sur chaque nouvelle espèce de racines qu'on travaille, ou encore lorsque, pendant la durée d'une année, quelques altérations remarquables exigent des changemens dans la proportion de la chaux utile à la défecation. Ainsi, lorsqu'au commencement du travail, à la première chaudière elle-même, on a atteint la proportion convenable de chaux, il n'est pas indispensable de recommencer le tâtonnement que je viens d'indiquer; en effet, en commençant par mettre en chaudière 2500 grammes, puis en continuant d'ajouter de nouvelles doses de 200 en 200 grammes jusqu'à ce que l'on arrive au point convenable, on arrive à trouver la quantité utile pour opérer une bonne défécation; et il suffit, pour les autres chaudières, de mettre de suite cette quantité à la température de 60 à 65°. Si la première expérience a été bien faite, les travaux ne pourront pas manquer d'être bons. Cependant, il ne serait pas mal de répéter le tâtonnement plusieurs fois, afin d'être plus certain d'avoir bien opéré; il est si facile en effet, par la mar-

Digitized by Google

che que je viens de tracer, qu'il n'offre aucun embarras.

J'ai indiqué la dose de 2500 grammes par 500 litres de jus, comme une proportion qu'on peut toujours employer sans craindre qu'elle soit en trop grand excès dans quelque espèce de jus que ce soit. C'est donc là la dose minime que l'on doive employer; et cette dose rapportée au jus présente 5 gr. au litre. Elle varie avec la qualité des betteraves et encore avec l'époque du travail. Ainsi, en général, au commencement des travaux, plus une betterave est riche en sucre, c'est-à-dire plus son jus a de densité, plus il faut employer une forte proportion de chaux pour obtenir une défécation également bonne. La chaux étant destinée à précipiter quelques matières qui gênent la séparation du sucre (1), doit être ajoutée au jus pro-

(1) Entre autres actions que possède la chaux dans la défécation, il faut distinguer la propriété qu'elle a de former un oxalate de chaux insoluble par sa réaction sur les oxalates de potasse et d'ammoniaque, que j'ai trouvés en assez grande quantité dans les diverses betteraves que j'ai observées. Cette action de la chaux met de la potasse et de l'ammoniaque en liberté dans lè jus; et c'est surtout à ces alcalis qu'il faut attribuer la grande alcalinité du jus de betteraves après l'emploi de la chaux. Voyez d'ailleurs, pour de plus amples détails à ce sujet, mes recherches analytiques consignées à la fin de cet ouvrage.

Digitized by Google

portionnellement à la quantité de ces matières; et l'expérience tendrait à démontrer que la quantité de sucre augmentant dans un jus, tous les autres matériaux immédiats augmentent à peu près dans la même proportion ; c'est pourquoi une betterave moins aqueuse exige plus de chaux qu'une autre. On pourrait, sur cette donnée, établir une table approximative des quantités de chaux proportionnelles aux densités du jus ; mais je préfère que l'on fixe ces proportions variables par l'expérience elle-même ; ce mode est plus certain, en ce qu'il n'a rien d'arbitraire, et que le jus lui-même dit à l'œil quand il a reçu assez de chaux. Je préfère ce mode d'opérer avec d'autant plus de raison, que la densité du jus n'est pas constamment la seule cause influente sur la nécessité de varier les proportions de chaux. En effet, je l'ai déjà dit, et je dois le répéter, cette proportion varie pour une même betterave avec les diverses époques de la conservation ; ainsi l'on s'accorde généralement à reconnaître que cette proportion doit être la plus grande au commencement des travaux, et qu'on doit la réduire au fur et à mesure que l'on s'éloigne de cette époque. Je recommanderai toujours, pour se guider dans cette réduction, d'avoir recours à l'expérience du tâtonnement que j'ai détaillée plus haut, c'est-à-dire de reprendre

le minimum de 2500 grammes, et d'ajouter des petites portions de 200 grammes jusqu'à ce qu'on soit arrivé au point voulu. On pourrait encore opérer cette réduction en retranchant d'époque à époque 100 grammes ou 200 grammes de la dose employée précédemment, toujours en accompagnant la défécation de l'observation dans la cuiller, pour reconnaître si la défécation est bonne, et la corriger s'il y a lieu. Il sera d'ailleurs toujours indispensable qu'à chaque chaudière, la personne chargée de la défécation observe le jus, pour s'assurer s'il réunit les caractères de limpidité et de précipitation voulues pour un bon travail. Cette vérification est extrêmement importante, pour obtenir de la constance dans les résultats, parce qu'il pourrait arriver que, d'un jour à un autre, ou même d'une chaudière à une autre, il fallût varier les proportions de chaux.

Il est vrai que les caractères que j'ai indiqués pour varier les proportions de chaux sont uniquement applicables aux cas où celle-ci n'est pas en quantité suffisante, et que ces caractères n'accusent pas l'excès, parce que, dans ce dernier cas, le jus est également bien clair et la précipitation bonne. Mais nous devons prévenir à ce sujet que, dans le procédé de défécation à la chaux, il faut, pour obtenir les meilleurs résul-

Digitized by Google

tats possibles, employer constamment la chaux en excès, et qu'un grand excès de cet alcali, quoique nuisible au sucre, est toujours bien moins préjudiciable à l'opération qu'une quantité insuffisante. Il faut donc de ces deux cas extrêmes choisir le moins dangereux; et la marche que j'ai indiquée pour procéder à la défécation à la chaux est conséquente avec ce principe. Elle permet, en effet, d'ajouter toujours la chaux en quantité suffisante, si elle provoque quelquefois sa présence dans le jus en grand excès. Il dépendra d'ailleurs des soins du fabricant d'éviter ce dernier inconvénient en répétant le plus souvent possible l'expérience si simple et si facilement praticable du tâtonnement.

Le point le plus important, dans la défécation à la chaux, est donc de mettre cet alcali en excès justement suffisant pour obtenir un jus clair et d'une précipitation facile; c'est ce qu'on peut obtenir par les moyens que j'ai indiqués, et c'est ce que le manufacturier qui opérera par ce moyen devra chercher à obtenir par-dessus tout.

Dans les divers mémoires ou ouvrages où l'on traite de la défécation à la chaux, on ne dit point partout, en fixant les proportions de cette substance, dans quel état on la pèse, de sorte qu'il peut se glisser des erreurs très grandes à ce sujet. En effet, la chaux, dans l'état où elle sort du

Digitized by Google

four, et quand elle est faite avec un carbonate assez pur, comme le marbre, peut être considérée comme un oxide de calcium sensiblement pur; c'est ce corps, ainsi connu en chimie, qui prend le nom de chaux vive dans les arts. On sait que, pour l'employer, il faut la traiter par l'eau; et alors elle prend le nom vulgaire de chaux éteinte; mais elle est un véritable composé salin résultant de la combinaison de l'eau avec la chaux, et qu'on nomme pour cette raison, en chimie, hydrate de chaux. Dans cet état, on conçoit que l'eau, combinée avec la chaux vive, en a augmenté le poids; et l'expérience indique cette augmentation, qui est de 50 pour 100 du poids de la chaux vive, c'est-à-dire que le poids de celle-ci est à la chaux éteinte ou hydratée comme 2 sont à 3 (1).

Il est facile de juger, par cette simple explication, combien pourrait être grande l'erreur commise en manufacture, si, en indiquant une proportion de chaux, on ne disait pas l'état

---

(1) Ce rapport est celui qui existe entre la chaux vive et la chaux éteinte à l'air; car l'hydrate de chaux admis en chimie ne contient, d'après M. Berzelius, que le quart de son poids d'eau. Cet hydrate n'est point saturé d'eau pour la température ordinaire; il l'est seulement pour la température de la flamme de la lampe à esprit de vin.

Digitized by Google

dans lequel cette proportion a été déterminée.

J'ai indiqué plus haut les raisons pour lesquelles je préfère recommander de peser la chaux à l'état de chaux éteinte; c'est donc le poids qu'on devra employer de celle-ci que j'ai donné dans la description que j'ai faite d'une défécation à la chaux. Dans tous les cas, à l'aide du rapport que je viens de signaler entre le poids de la chaux vive et celui de la chaux éteinte, il sera toujours facile de les changer, l'un dans l'autre.

M. Barruel, qui est un grand partisan de la défécation à la chaux, et qui paraît l'avoir pratiquée avec succès, recommande la dose de 260 à 295 grammes de chaux vive par hectolitre de jus, suivant l'époque du travail et l'espèce de betteraves. Ces proportions ne sont même pas le minimum que j'ai indiqué d'après l'expérience de mon ami Cafler, qui a employé ce procédé pendant plusieurs années; et je suis bien convaincu que toutes les fois qu'on n'amène pas le jus à une limpidité parfaite par une dose de chaux suffisante, les travaux et les résultats en souffrent (1).

---

(1) Cette différence peut provenir, en partie, des différentes constitutions de betteraves; ainsi, M. Barruel a pu opérer sur des betteraves qui contenaient moins d'oxalate

Digitized by Google

J'ai vu des betteraves qui exigeaient, pour donner une bonne défécation, jusqu'à 7 grammes au litre; ainsi, les proportions nécessaires varient, selon mon opinion et mon expérience, de 5 à 7 grammes de chaux éteinte par litre de jus.

M. Barruel dit également avoir remarqué que la betterave rouge exige plus de chaux pour sa défécation que la betterave blanche. L'observation de ce chimiste peut avoir été exacte dans ses travaux, mais la conséquence qu'il en a tirée ne me paraît pas fondée; et je suppose que, l'année où cette observation a été faite, la betterave rouge travaillée par M. Barruel était plus riche en sucre ou moins aqueuse que la jaune. On sait en effet, par ce que j'ai exposé précédemment, que cette circonstance influe sur la proportion de chaux, et que l'année et le terrain, de même que le mode de culture, peuvent faire varier la richesse des diverses variétés de betteraves. J'ai démontré ce dernier fait par des expériences irrécusables dans ma première partie. Je pense

---

de potasse que celles récoltées dans le nord. J'ai cru observer, en effet, que les betteraves cultivées dans le nord contiennent plus d'oxalate de potasse et d'ammoniaque que celles cultivées aux environs de Paris, à Mont-Rouge, à Grenelle et aux Vertus, par exemple.

Digitized by Google

donc qu'on ne peut pas prendre la couleur de la betterave, ou même la variété, comme un type propre à guider le fabricant dans la détermination des diverses proportions de chaux utiles.

Le jus de la betterave, dans l'état où il est fourni par la presse, est d'une teinte laiteuse et noirâtre, qui devient de plus en plus foncée à fur et à mesure que le jus attend plus long-temps. Lorsqu'on le chauffe, il donne des écumes et de la mousse, et celles-ci, surtout la mousse, sont d'autant plus abondantes que le jus a attendu plus long-temps la défécation. Le jus, par la chaleur, ne perd que peu ou point de sa nébulosité et de sa teinte noire; cependant il se sépare des flocons qui nagent dans le liquide. Lorsqu'on ajoute la chaux, d'autres phénomènes se produisent : la couleur noire disparaît peu à peu, et des flocons abondans apparaissent dans la liqueur; ces flocons ont ordinairement une couleur d'un gris tendre ou tirant légèrement sur le jaune; quand la proportion de chaux est suffisante, ils se séparent parfaitement du liquide en stries ondulées très visibles à la surface; ils sont d'une grande densité, et se précipitent assez rapidement. Lorsqu'on en est arrivé là dans l'opération de la défécation, il suffit, pour séparer le liquide clair, d'enlever le feu, puis d'abandonner la chaudière à elle-même pendant une

heure ou deux, pour que la précipitation soit complète. Alors on ouvre le robinet placé un peu au-dessus du fond de la chaudière, et destiné à soutirer le liquide clair; il sort ordinairement un peu de jus trouble, qu'on recueille pour le mélanger avec les écumes; et lorsque ce trouble a complètement disparu, on conduit le jus dans les chaudières évaporatoires, dont nous parlerons plus loin. Pendant toute la durée de cette décantation, il n'est pas prudent d'abandonner le robinet; il faut au contraire le surveiller avec soin, pour s'assurer que le liquide ne se trouble pas. Cette surveillance qu'on exerce en observant le jus dans une cuiller, doit être plus grande vers la fin qu'au commencement, parce que la hauteur du robinet étant combinée pour se trouver à fleur du dépôt, il arrive, lorsqu'il n'y a plus que peu ou point de liquide clair, que le trouble commence à sortir; alors il faut fermer le robinet au clair et ouvrir l'autre, pour conduire le magma dans le filtre aux écumes : cette conduite s'opère à l'aide de tuyaux en métal; et, pour faciliter l'écoulement, un ouvrier armé d'un balai ramène constamment le dépôt vers l'orifice intérieur du robinet. Par ce moyen, on vide la chaudière presque entièrement, et il suffit, pour la rincer, d'y jeter le peu de jus trouble qu'on a recueilli au commencement du soutirage

Digitized by Google

au clair. Dans cet état, la chaudière est disposée à recevoir une nouvelle charge.

J'ai avancé tout-à-l'heure que plus le jus attend la défécation, plus il donne d'écumes et de mousse lorsqu'on le chauffe. Ces écumes et cette mousse peuvent être considérées comme des caractères certains de l'altération du jus, au point que, dans certains cas, il peut arriver que l'altération soit tellement grande, qu'on ne puisse plus tirer du jus évaporé que du sirop. J'ai été témoin de semblables altérations, et le meilleur moyen de les empêcher consiste à ajouter une partie de la chaux nécessaire à la défécation, la moitié, par exemple, dans le bac même où l'on recueille le jus au sortir de la presse. Ce moyen prévient très bien le mal, et il sera toujours avantageux de l'utiliser, car on ne lui connaît pas de remède (1).

La mousse et les écumes abondantes qui se produisent dans ce cas et qui s'élèvent en dôme au-dessus de la chaudière sont bien certainement produites par le dégagement d'un gaz, que je n'ai pas eu l'occasion d'examiner; et ce gaz ne peut

---

(1) Il est bien entendu que cette méthode d'ajouter de la chaux à froid dans le bac à jus n'est applicable qu'au procédé de défécation qui nous occupe maintenant, et que cette précaution n'est indispensable que lorsqu'on opère sur de grandes masses.

Digitized by Google

être que le résultat d'un mouvement intestin du suc, dont les matériaux réagissent les uns sur les autres, de manière à donner naissance à de nouveaux produits. Cette altération est sans doute un acheminement vers une autre qui est mieux connue, et dans laquelle le jus se transforme en une masse glaireuse, qui n'est plus susceptible d'être travaillée. L'addition de la chaux à froid prévient donc également cette dernière altération; et, sous ce rapport, il ne sera pas moins utile de faire cette addition dans tous les temps (1).

M. Barruel m'a assuré qu'en abandonnant du jus de betteraves à lui-même pendant une douzaine d'heures, et en le chauffant avant qu'il soit transformé en masse glaireuse, il avait observé constamment qu'il se formait une écume volumineuse, et qu'au moment où le bouillon d'ébullition paraissait, il se dégageait du gaz nitreux en abondance. Il a ajouté qu'il avait observé ce phénomène assez souvent, et qu'il était maître de le reproduire à volonté. Je ne puis pas me

---

(1) Cette action préservatrice de la chaux est limitée; car j'ai reconnu, ainsi que je le dirai plus loin, que du jus traité par la chaleur peut également se transformer en glaireux, tandis qu'il n'en est pas de même quand il a été traité par les acides sulfurique, nitrique, tartrique, etc., etc.

Digitized by Google

prononcer sur cette observation, que je n'ai jamais faite.

J'ai donné au procédé de défécation à la chaux que je viens de décrire le nom de *procédé des Colonies*, parce que ce fut dans les Colonies que ce procédé fut employé d'abord, et cela bien longtemps avant qu'on ne pensât en Europe à extraire le sucre des betteraves. Mais je dois dire aussi qu'aujourd'hui même on ne l'emploie pas aux Colonies avec autant de perfection qu'on le fait en France. Là, en effet, le maniement de la défécation est abandonné à un esclave qui met souvent la chaux au hasard, sans la peser, et qui ne peut, par-là même, obtenir des résultats constans. Au reste, aucun caractère ne le guide dans cette opération, et il faut toute la richesse du vesou de cannes pour résister à l'imperfection de toutes les opérations.

Avec les proportions de chaux que j'ai indiquées plus haut et les caractères propres à fixer ces proportions, on peut être certain d'employer la chaux en excès; et cela est nécessaire, conformément à un principe bien sanctionné en chimie. En effet, la chaux étant destinée à se combiner avec quelques matériaux immédiats du jus pour former avec eux des composés insolubles, il faut, pour être certain d'attaquer les dernières molécules de ces matériaux, et donner

Digitized by Google

par-là même à l'opération le plus de perfection possible, employer un excès de chaux; cela est indispensable pour obtenir le plus grand précipité, et si l'on ne procédait pas ainsi, on n'obtiendrait pas de limpidité dans le jus; le coagulum formé se précipiterait mal; on aurait une peine infinie à tirer au clair, puis on rencontrerait dans les travaux ultérieurs toutes les difficultés qui résultent d'une mauvaise défécation. Ainsi, le jus mis à l'évaporation bouillirait mal, monterait constamment en mousse; la clarification se ferait péniblement, et le sang pourrait bien n'y point produire d'effet et rendre la filtration impossible; le jus, ensuite, présenterait des difficultés analogues dans la cuite; le sirop y monterait toujours en mousse; et en ne faisant bouillir même qu'à petit feu, on verrait infailliblement le sirop s'attacher au fond de la chaudière, et s'y caraméliser avec tant d'énergie, qu'on ne pourrait certainement pas arriver au point de cuite. De semblables inconvéniens rendent les opérations pénibles et longues, et les résultats en sont toujours ou très mauvais ou nuls; on les évite en employant un excès de chaux, et il vaut beaucoup mieux, je le répète, employer un grand excès de cet alcali que de n'en point mettre assez. Le grand excès, en effet, ne rend pas la défécation moins bonne; c'est-à-dire que la pré-

Digitized by Google

cipitation et la décantation n'en sont pas moins faciles ; il facilite en outre l'évaporation, la clarification, la cuite et la cristallisation. Cette dernière, en effet, est bien plus nerveuse avec excès de chaux, et la purgation du sucre s'opère bien plus promptement ; elle peut même se faire avec perfection, dans ce cas, sous l'influence d'une basse température. La cause de ces effets de la chaux appartient sans doute, comme le suppose M. Thenard, à une combinaison de cet alcali avec les matériaux immédiats du jus qu'elle ne précipite pas, et avec lesquels elle forme un composé très soluble, qui, en conservant une grande fluidité, ne gêne pas les opérations de l'évaporation, de la filtration et de la cuite, et favorise beaucoup la purgation du sucre en se séparant avec beaucoup de facilité, en raison de cette même fluidité (1).

Tout en recommandant un excès de chaux dans le procédé de défécation qui nous occupe, je ne signale cette pratique que comme l'alter-

---

(1) Il est probable, d'après mes recherches chimiques sur la théorie des opérations de défécation, que, pour la betterave, c'est surtout à la combinaison de la potasse, mise à nu par la chaux avec les matériaux du jus, qu'on doit la fluidité de ces matières et la facilité avec laquelle la matière cristallisable non altérée se sépare.

Digitized by Google

native la moins pernicieuse du procédé; mais je ne donne pas à cette méthode des avantages que je suis loin de lui reconnaître. En effet, la chaux employée en excès, après avoir agi dans le jus sur les matières étrangères, reporte son action sur une partie du sucre, qu'elle rend incristallisable. Ce fait est bien constaté par l'expérience, non-seulement des fabriques de sucre de betteraves, mais encore des raffineries de sucre; et l'on évite avec grand soin, dans ces dernières, d'employer un excès de chaux, quoiqu'on sache très bien que cet excès rende tous les travaux plus prompts et plus faciles; mais on y sait aussi que la quantité de sucre cristallisé en diminue proportionnellement, et l'on préfère avoir un travail un peu moins facile, mais du reste très pratiquable, plutôt que de perdre du sucre que l'on paie chèrement. L'action délétère de la chaux sur le sucre a encore été bien constatée par M. Daniell, chimiste anglais, dans un Mémoire inséré dans les Annales de chimie et de physique. Dans ce cas, en effet, les élémens du végétal se dissocient pour donner naissance à de nouveaux matériaux.

Dans la fabrication du sucre de betteraves, cette action est nécessairement proportionnée à l'excès de chaux employée, et à moins qu'on ne le mette dans des proportions très grandes, il reste toujours une grande partie du sucre qui n'est pas attaquée.

Digitized by Google

Le procédé de défécation à la chaux seule a donc l'inconvénient grave et nécessaire de détruire une partie du sucre qui se trouve dans la betterave, pour permettre d'obtenir l'autre. Cette condition est le *sine quâ non* du procedé. Dans ce procédé, en effet, lorsque le sirop est coulé en formes, il donne une cristallisation abondante; et la mélasse, qui en découle avec une facilité que l'on ne peut rencontrer dans toute autre méthode, a une odeur et un goût désagréables ; elle a une saveur peu sucrée, et si on la travaille par les procédés connus, pour en obtenir une seconde cristallisation, l'on ne peut en retirer aucun atome de sucre, tandis qu'il n'en est pas de même si l'on opère par l'un des deux procédés que nous décrirons ci-après. Il y a plus, c'est que le sucre obtenu ainsi emporte le mauvais goût et la mauvaise odeur de la mélasse, de sorte que si l'on voulait livrer de pareille moscouade au commerce, elle serait infailliblement repoussée. Le raffinage lui-même, quoiqu'il trouvât le sucre très fort, très nerveux et propre enfin à donner de grands produits, ne pourrait sans doute pas s'en accommoder, parce que plusieurs produits, tels que les lumps, les vergeoises et les mélasses, resteraient infectés de mauvais goût et de mauvaise odeur, et ne trouveraient qu'un placement difficile dans la consommation. J'ai moi-même

Digitized by Google

reconnu ce dernier fait : car j'ai eu l'occasion de raffiner du sucre de betteraves travaillé à la chaux ; ce sucre était d'ailleurs fort beau à l'œil, son grain était gros, nerveux et bien détaché, mais il exhalait une odeur particulière, et il laissait dans la bouche une saveur désagréable.

Il est fâcheux que la défécation à la chaux présente ces inconvéniens, car c'est le mode le plus simple, et celui qui serait le plus à portée des fabriques agricoles ; c'est même, je crois, pour cette raison que plusieurs fabricans, qui l'ont adopté, s'obstinent à le conserver, malgré l'infériorité qu'il présente quant à la qualité et à la quantité des produits sur d'autres méthodes plus compliquées. Cependant, je ne pourrais en recommander l'emploi, même dans l'état de perfectionnement où je l'ai donné. Sa simplicité ne rachète pas ses imperfections, et je préfère recommander les deux méthodes qui suivent.

Deuxième Méthode.

Procédé français.

Je donne ce nom au mode de défécation qui consiste à employer d'abord la chaux en excès, puis à neutraliser en partie l'alcalinité du jus par l'acide sulfurique. Ce procédé a effectivement été imaginé en France, et je ne sais qui l'a employé

Digitized by Google

le premier ; il a été recommandé par plusieurs savans et manufacturiers, parmi lesquels nous distinguons MM. Mathieu de Dombasle, Chaptal, Perpère, etc., qui l'ont décrit avec diverses modifications, soit dans la proportion des agens à employer, soit dans les manœuvres pour les appliquer. Je ne donnerai pas ce procédé d'après ces Messieurs, mais je le donnerai tel que je l'ai pratiqué moi-même, et tel qu'il m'a parfaitement réussi. Mais, avant d'en venir à décrire une opération complète, je dois donner quelques explications qui ne seront rien moins qu'inutiles pour lui servir d'introduction.

Je me trouvai l'année dernière, en octobre, chez mon ami Cafler, où nous devions tenter quelques essais d'améliorations dans ses travaux ; Cafler avait toujours travaillé à la chaux seulement par la méthode décrite précédemment, et cette année il continuait à opérer par cette méthode avec laquelle il obtenait du sucre, mais par une seule cristallisation, mais avec une odeur et un goût désagréables, mais sans pouvoir recuire ses mélasses qu'il employait à la distillation, laquelle lui rendait une eau-de-vie où l'on retrouvait exactement le mauvais goût et la mauvaise odeur du sucre et des mélasses.

1re *Expérience.*—A l'époque où j'arrivai chez lui, on n'avait encore travaillé que deux défécations,

Digitized by Google

on en était à la troisième, et l'on rencontrait de grandes difficultés à la clarification où le sang ne pouvait se coaguler, ce qui rendait la filtration impossible ou mauvaise. Aussi le sirop qui se trouvait en forme par suite des deux défécations précédentes, n'avait-il fourni qu'un sucre noir. J'essayai le jus de cette troisième chaudière par les réactifs colorés, je le trouvai fortement alcalin, et il contenait non-seulement un peu de chaux, mais encore de l'ammoniaque et beaucoup de potasse qui étaient entrés en combinaison avec l'albumine pour former avec elle un composé soluble. Cafler opère la défécation sur 2500 litres de jus; la chaudière qui nous occupe avait été traitée par 10 kilogrammes de chaux vive; la défécation s'était assez bien précipitée, mais les écumes mises sur le filtre étaient grasses et ne voulaient pas couler. Dans cet état de choses il était important, avant de chercher des améliorations, d'aviser aux moyens de rendre le travail possible dans l'état où on l'exécutait; j'ajoutai donc à la clarification de l'acide sulfurique étendu d'eau par petites portions, jusqu'à ce que la liqueur ne m'indiquât plus qu'un faible excès d'alcali.

Dès-lors le sang opéra, le jus grèna bien, et il filtra avec beaucoup de facilité et une grande limpidité. Le goût en était de plus sensiblement

Digitized by Google

amélioré; mis à cuire il ne présenta pas tout-à-fait les mêmes facilités que le sirop alcalin, mais on l'amena au point de cuite sans brûler. Le sirop cuit grèna fortement au chaudron, ce qui est un indice de bon travail; puis, coulé en forme, il donna une cristallisation nerveuse, dont le sucre fut parfaitement beau, sans mauvais goût, sans mauvaise odeur, et infiniment supérieur à celui qu'on obtenait ordinairement par la chaux seule. Le sirop qui découla de ce sucre était aussi de très bon goût; il avait complètement perdu l'odeur et la saveur désagréables de la mélasse à excès de chaux, et je jugeai, à sa saveur fortement sucrée, qu'il serait susceptible de cristalliser par une recuite; et c'est ce qui arriva effectivement dans l'expérience que nous tentâmes ultérieurement à ce sujet.

Pour obtenir ce résultat, nous dûmes employer à la clarification la dose énorme de 2 bouteilles ordinaires pleines d'acide sulfurique à 66°, qu'on peut évaluer à 3 kilos.

Un semblable succès nous encouragea, et nous cherchâmes à fixer le procédé et à le perfectionner. A cet effet, nous le répétâmes comme il sera dit dans les expériences suivantes, toutes faites sur 25 hectolitres de jus.

2me *Expérience.* — Une autre chaudière fut déféquée comme la précédente, avec 10 kilo-

grammes de chaux vive, puis précipitée et évaporée jusqu'à la concentration de la clarification. La seule différence qu'elle présentât, c'est qu'on avait jeté dans la chaudière, après la mise de la chaux, le charbon animal provenant de deux clarifications antérieures. Le jus de cette défécation, essayé par les réactifs, indiquait un excès d'alcali que je neutralisai à peu près par l'acide sulfurique étendu. Cette fois, le croirait-on, il ne fallut qu'une demi-bouteille d'acide sulfurique, c'est-à-dire environ 7 à 800 grammes, pour rendre le sirop à peu près neutre, tandis que, dans la première expérience, la même dose de chaux étant employée, il avait fallu 3000 gr. d'acide pour produire le même effet. Cette différence est énorme, et ne peut évidemment dépendre que du charbon animal, qui dut agir sur les alcalis comme un acide à la défécation. Ce mode d'agir du charbon animal pour neutraliser la chaux dans les dissolutions sirupeuses avait déjà été observé et bien constaté par M. Payen (1); mais l'observation du jeune chimiste portait sur

(1) Voyez son mémoire sur l'action décolorante des charbons. Il est probable, d'après cette expérience, que l'action du charbon animal s'étendrait non-seulement à la chaux, mais encore à la potasse, et peut-être à l'ammoniaque.

le charbon neuf, tandis que, dans l'expérience qui nous occupe, le charbon avait déjà agi sur une dissolution sirupeuse alcaline; et, malgré cela, il avait encore un pouvoir neutralisant, puisque l'expérience citée le démontre. Pour expliquer un semblable phénomène, je ne vois d'autre moyen que d'admettre que la propriété du charbon animal, de neutraliser les alcalis, est dépendante de la proportion d'eau dans laquelle ceux-ci sont étendus, ou mieux de la densité du liquide sirupeux dans lequel ils sont dissous. Ainsi, l'on concevrait comment du charbon qui a opéré dans une clarification où le jus pèse 30°, peut encore opérer dans une défécation où le jus ne pèse que 5 à 6°.

L'observation signalée dans cette expérience est extrêmement importante pour le procédé qui nous occupe : en effet, si l'on employait l'acide sulfurique sans soin et sans se guider sur des moyens infaillibles de reconnaître les proportions d'acides utiles au sirop qu'on veut neutraliser, on conçoit qu'on serait exposé à commettre des fautes graves ; témoin cette expérience où l'emploi du charbon animal à la défécation a réduit la proportion d'acide sulfurique utile pour la neutralisation au quart de ce qu'elle était sans l'emploi du charbon.

Au reste, cette expérience continuée, c'est-

Digitized by Google

à-dire le jus étant clarifié, filtré, cuit et mis en formes, a subi toutes ces manœuvres sans difficulté, et le sucre qui en est résulté, de même que sa mélasse, étaient de très bonne qualité, comme dans la première expérience; la mélasse recuite était aussi susceptible de donner une cristallisation abondante.

Cette expérience, ainsi que la précédente, furent répétées plusieurs fois, et réussirent toujours également bien.

3me *Expérience*. — Une autre chaudière fut déféquée avec 10 kilogrammes de chaux vive comme les précédentes, et l'acide fut ajouté de même à la clarification; mais on ne se borna pas, cette fois, à l'ajouter jusqu'à neutralisation, et l'on en mit un léger excès. La clarification s'opéra, malgré cela, très bien; le sang produisit son effet, et cela devait être; le jus filtra parfaitement, mais, à la cuite, le sirop monta constamment en une mousse que rien ne pouvait abattre : il fallut cuire lentement, et malgré cette précaution, la chaudière brûlait fortement. Le sirop fut coulé au chaudron, puis mis en formes; celles-ci, au lieu de présenter, après le refroidissement, une surface lisse et solide, ne présentaient qu'une mousse qui ne sécha pas; cependant le grain se forma bien, et lorsqu'on déboucha les formes, quelques jours après, un sucre abon-

Digitized by Google

dant, mais pâteux et très fin, fut mis à découvert, et le sirop qui s'en écoula péniblement avait, ainsi que le sucre, une saveur et un goût qui ne présentaient rien d'étranger. Au reste, le sucre était tellement gras, pour me servir de l'expression des raffineurs, qu'il ne se purgea que très imparfaitement de sa mélasse. Celle-ci, mélangée avec les mélasses des expériences précédentes, n'altéra pas leur goût agréable; mais elle leur ôta la propriété de se recuire.

Remarquons que dans cette expérience l'excès d'acide employé était extrêmement faible : qu'on juge par-là tout le mal dont est capable cet agent, quand il n'est pas employé dans des proportions convenables! Toujours sa présence libre dans les dissolutions sirupeuses altère le sucre d'une manière d'autant plus énergique que son action est favorisée par une température plus élevée. Cependant il paraît qu'à froid l'acide sulfurique n'est pas susceptible d'altérer le sucre; c'est au moins ce que démontrent le procédé d'Achard et plusieurs expériences dont je parlerai plus loin.

Au reste, toutes les fois que l'on voudra employer un procédé de défécation où un acide quelconque devra entrer comme agent, on devra bien se garder de le laisser libre dans la liqueur même dans la plus petite proportion; car sa présence, sous l'influence des tempéra-

Digitized by Google

tures utiles pour l'évaporation, la cuite et la cristallisation, ne pourrait pas manquer d'altérer les travaux ultérieurs et la qualité des produits.

Ce phénomène, que j'ai constaté par beaucoup d'expériences faites avec toutes espèces d'acides, et même sur du sucre brut pur, se reproduit toujours, et il a sans doute été cause de bien des pertes dans beaucoup de fabriques de sucre de betteraves, où, en utilisant les procédés à l'acide sulfurique, on ne savait pas les manier convenablement. Tout me porte à croire qu'il a été cause que le procédé d'Achard n'a pas eu en France le même succès qu'en Allemagne entre les mains de l'inventeur.

4me *Expérience.* — Dans cette expérience on traita 25 hectolitres de jus par 10 kilogrammes de chaux vive que l'on mit en chaudière à 65° Réaumur; à 70° le jus avait bien grumelé, et il annonçait par sa limpidité et sa précipitation facile que la proportion de chaux était suffisante. Alors on ajouta de l'acide sulfurique étendu d'eau pour neutraliser le plus parfaitement possible l'excès de chaux. Et il en fallut pour cela la dose énorme de 4 kilogrammes et demi, quantité qui excède de 1 kilogramme et demi la quantité qui avait été utile dans les premières expériences.

Voici comment on peut se rendre compte de

Digitized by Google

cette différence : toutes les betteraves contiennent toujours de l'oxalate, et souvent un peu d'hydrochlorate d'ammoniaque ; et lorsqu'on traite le jus par un excès de chaux, celle-ci décompose les sels à base d'ammoniaque pour mettre cet alcali volatil en liberté, et former des oxalates et hydrochlorates de chaux ; si l'on neutralise à la défécation, comme je l'ai fait dans cette expérience, il faut non-seulement pour cela employer une dose d'acide nécessaire pour se combiner avec la chaux et la potasse libres, mais encore pour neutraliser l'ammoniaque mise en liberté. Si, au contraire, on attend pour neutraliser que la liqueur soit évaporée et concentrée jusqu'à 30° de Baumé, comme on le fait pour la clarification, alors la majeure partie de l'ammoniaque est vaporisée, et il ne faut plus, pour obtenir la neutralité, que la dose d'acide exigée par la chaux et la potasse qui existent encore libres dans le jus. Cette explication me paraît d'autant plus satisfaisante, que la présence de l'oxalate d'ammoniaque, dans le jus de betteraves, est mieux démontrée par mes expériences, et que je me suis assuré moi-même qu'une chaudière, traitée par la chaux seule mise à évaporer, donne des vapeurs fortement chargées d'ammoniaque.

Mais reprenons la suite de notre expérience. Le jus fut rendu neutre à la défécation, comme

Digitized by Google

je l'ai dit, avec la dose de 4 kilogrammes et demi d'acide sulfurique, pesé, concentré à 66°, puis étendu d'eau (1). L'addition de l'acide sulfurique augmenta le précipité, et réagit un peu en même temps sur le principe colorant qui parut atténué. La précipitation s'opéra très bien, le soutirage au clair ne présenta aucune difficulté, et l'évaporation, en donnant un bouillon sec, plat et presque sans mousse, annonça une défécation excellente. La clarification, conduite par les moyens connus, et que je décrirai plus loin, se fit aussi à merveille; la filtration fut complète et rapide. Le sirop essayé après la filtration n'indiquait qu'un très faible excès d'alcali.

Deux chaudières furent faites par ce procédé, et leurs jus réunis furent cuits ensemble. Le sirop étant d'excellent goût, son bouillon dans la chaudière de cuite fut très beau; il était large et sec, des cloches volumineuses venaient crever à sa surface, au milieu d'un bouillon aussi beau que si l'on eût cuit du sirop de sucre terré bien clarifié; et l'on arriva au point de cuite sans que le sirop eût monté une seule fois. Il est inutile, après cela,

---

(1) Il est toujours convenable, dans ce procédé, d'étendre l'acide sulfurique dans une grande quantité d'eau, dans dix fois son volume, par exemple.

Digitized by Google

de dire que la chaudière menée à grand feu ne brûla point. Le sirop cuit, mis au chaudron, grèna fortement; et comme la cuite avait été serrée, il donna en formes une cristallisation abondante, dont le sucre mis à nu présentait une belle teinte grise et un grain fort et nerveux. La mélasse qui s'en écoula était d'excellent goût et sans mauvaise odeur; enfin elle avait une saveur sucrée, qui permettait de croire qu'elle serait susceptible d'être recuite; et c'est ce que l'expérience confirma encore.

Les résultats de cette expérience étaient tellement beaux et avantageux, qu'on pouvait difficilement espérer d'obtenir beaucoup mieux : cependant nous fîmes d'autres expériences sur la méthode d'Achard; et comme ce n'est pas ici le moment d'en parler, j'y reviendrai en temps et lieu. Je borne donc ici l'exposé des expériences que j'ai faites pour fixer le meilleur mode de défécation par l'emploi successif : 1° de la chaux, 2° de l'acide sulfurique.

Le procédé qui nous occupe maintenant est sans doute celui qui est le plus usité dans nos fabriques françaises. C'est lui qui était employé dans la fabrique de M. le comte Chaptal, et que ce savant a décrit dans ses ouvrages; c'est lui encore qui a été recommandé par M. de Dombasle, et qu'on exécute encore dans toutes les fa-

Digitized by Google

briques de Pont-à-Mousson, dans celle de monseigneur le duc de Raguse, à Châtillon; dans celle de M. Bernard, au château du Petit-Val à Sussy près Charenton; à Péronne, dans la fabrique de M. Fernet; à Toury, dans celle de M. Grenet, etc., etc. Avant d'indiquer la manœuvre de ce procédé, telle que je la recommanderai d'après ma propre expérience, il ne sera pas inutile d'entrer dans quelques détails sur les divers modes d'exécution de ce procédé, usités dans les fabriques sus-mentionnées.

Pratique recommandée par M. le comte Chaptal.

La chaudière à déféquer contient environ 16 à 1800 litres. Lorsqu'elle est arrivée au 65^{me} degré de Réaumur, on y verse un lait de chaux formé avec de la chaux vive et de l'eau tiède, dans la proportion de 3 grammes de chaux vive par litre de jus. On pousse le feu jusqu'à près de l'ébullition, et alors on le retire pour abandonner la chaudière au repos et favoriser la précipitation des marcs. Trois quarts d'heure après on enlève les écumes solides qui se sont amassées à la surface du liquide, puis on décante le liquide clair dans les chaudières d'évaporation. Là on ajoute de l'acide sulfurique délayé dans 20 parties d'eau dans la proportion du dixième de la chaux employée. On peut, ajoute M. Chaptal,

Digitized by Google

employer les papiers teints avec le curcuma ou avec le tournesol, pour s'assurer qu'il n'y a dans le bain ni excès de chaux, ni excès d'acide.

Dans l'article *défécation du jus*, inséré dans l'Art de fabriquer le sucre de betteraves, de la chimie agricole du même auteur, il a modifié légèrement le procédé ci-dessus, et il n'indique plus l'emploi constant de l'acide sulfurique. Il dit seulement que lorsque le sucre est mal épuré, on peut verser dans la chaudière évaporatoire, un peu avant l'ébullition, une petite quantité d'acide sulfurique. On remédiera par-là au mal, ajoute-t-il, s'il provient d'une trop grande quantité de chaux; mais ce moyen sera inutile si le vice est dans le suc altéré de la betterave.

Cette sorte de retour de M. Chaptal, au procédé à la chaux seule, sans qu'il le motive ni qu'il s'explique en aucune façon à cet égard, prouve, je pense, que celui qu'il avait recommandé par l'emploi simultané de la chaux et de l'acide sulfurique, n'était non-seulement pas fructueux dans sa fabrique, mais encore que ses instructions elles-mêmes n'étaient pas de nature à l'implanter dans d'autres manufactures, entre les mains de personnes qui n'ont ni les grandes connaissances chimiques de M. Chaptal, ni les moyens de suppléer aux lacunes des descriptions écrites.

M. Chaptal indique d'ailleurs dans ce procédé

Digitized by Google

une proportion constante de chaux; et je ne pense pas que cela soit convenable. Remarquons aussi que l'auteur recommande de mettre l'acide sulfurique dans le jus, dans la chaudière évaporatoire, au moment où il vient de subir la clarification par une précipitation qui l'a séparé des matières floconneuses qui auraient embarrassé son ébullition. Mais l'acide sulfurique doit déterminer un nouveau précipité (1). Pourquoi donc déterminer la formation de ce précipité dans un moment du travail où il sera nuisible, puisqu'on ne pourra pas l'en séparer avant la clarification? Il faudrait donc, ce me semble, pour opérer convenablement, procéder à cette addition seulement à la clarification, ou mieux encore à la défécation, comme je l'ai indiqué précédemment.

---

(1) Le précipité qui se forme alors est de l'oxalate du sulfate de chaux, du sulfate d'ammoniaque, et une matière animale que l'alcali libre retenait en dissolution. Cet alcali est surtout, comme je l'ai déjà dit, de la potasse caustique, qui a, comme on le sait, la propriété de dissoudre l'oxalate de chaux. L'acide employé dans cette méthode a donc pour but de former un sulfate de potasse qui, étant soluble, reste dans la liqueur, mais qui du reste ne paraît pas jouer un rôle nuisible.

Digitized by Google

Pratique recommandée par M. Mathieu de Dombasle.

Ce savant indique une proportion de 2 ½ à 3 ½ grammes de chaux vive par chaque litre de jus ; il ajoute qu'il a même été souvent obligé d'en employer davantage. Il recommande de la mettre dans la chaudière dès le commencement de l'opération, c'est-à-dire dès qu'il a coulé quelques seaux de jus ; puis il décrit une manœuvre pour achever la défécation, qui m'a paru devenir par-là longue et gênante : on pourra prendre connaissance de cette manœuvre dans l'ouvrage même de l'auteur.

Lorsque la défécation est terminée, et que le jus est tiré au clair et transvasé dans les chaudières évaporatoires, M. de Dombasle recommande aussi, comme M. Chaptal, d'y neutraliser à peu près l'excès de chaux par l'acide sulfurique ; de se guider, dans cette opération, par le tournesol rougi, et de ne point rendre la neutralité parfaite, c'est-à-dire de laisser un léger excès d'alcali.

Je ferai à cette méthode les mêmes reproches que j'ai adressés à celle de M. Chaptal pour l'addition de l'acide sulfurique à l'évaporation. Cette manœuvre, je le répète, me paraît vicieuse et peu raisonnée.

M. de Dombasle recommande de mettre la

chaux au commencement de l'opération. Cela empêche, dit-il, le développement de la fermentation visqueuse. Cette manière de procéder est utile, ainsi que je l'ai dit en décrivant la défécation à la chaux ; mais je pense qu'il n'en serait pas ainsi, si l'on suivait à la lettre l'expression de M. de Dombasle. En effet, je comprends qu'il veut que l'on mette toute la proportion de chaux dans la défécation aussitôt que quelques seaux de jus y sont coulés ; dans cet état, on peut concevoir tout le mal que doit faire au sucre la chaux, en présence de laquelle il se trouve. J'approuve beaucoup l'addition de la chaux dans le jus à froid, surtout lorsque la dimension des chaudières de défécation expose ce jus à attendre long-temps : l'expérience m'a démontré les bons effets de cette addition ; mais j'entends qu'on ne doit jamais l'opérer dans une proportion plus grande que celle où on le fait dans la chaudière, c'est-à-dire proportionnellement à la quantité du jus dont on veut éviter l'altération.

Pratique usitée à Châtillon-sur-Seine.

Chez monseigneur le duc de Raguse on opère la défécation dans deux chaudières qui contiennent l'une 2000 litres, et l'autre 2500. On y emploie la chaux dans la proportion de 3 grammes, en chaux vive, par chaque litre de jus.

Digitized by Google

On varie cette proportion, en plus et en moins, pendant la durée du travail : au commencement on en emploie plus, et l'on en emploie moins au contraire à la fin de la campagne.

On verse la chaux à l'état de lait à la température de 70°. On laisse reposer une heure, puis on tire au clair dans les chaudières évaporatoires.

Dans celles-ci l'on ajoute, avant même que l'ébullition commence, de l'acide sulfurique délayé dans la proportion du quart en poids de la chaux vive employée. Ce mode d'ajouter l'acide sulfurique est tellement mauvais que, dans la fabrique dont nous parlons, on doit faire subir au jus trois précipitations : une dans la chaudière de défécation ; la seconde dans les chaudières évaporatoires, et la troisième dans la chaudière de clarification. Une de ces précipitations, au moins, est inutile ; c'est celle des chaudières évaporatoires ; et l'on pourrait éviter avec succès de la faire en neutralisant à la défécation ou à la clarification.

Pratique à Sussy, chez M. Bernard.

On y opère la défécation dans trois chaudières qui contiennent 1000 litres de jus chacune.

On traite chacune d'elles par 2500 grammes de chaux vive, que l'on met à 70°, et que l'on brasse

Digitized by Google

fortement. Après le brassage à 76° R., on ajoute 2500 grammes d'acide sulfurique délayé, qu'on brasse aussi. Alors, des écumes abondantes arrivent à la surface; on les enlève à l'écumoire, on en retire le feu et l'on abandonne la chaudière à elle-même. Elle se clarifie par le repos; alors on la décante dans les chaudières évaporatoires.

Ce procédé me paraît meilleur que les précédens; et les sucres que j'ai vus, dans la fabrique de M. Bernard, m'ont donné assez bonne opinion des travaux qui y sont suivis. Cependant, je ne trouve pas convenable que l'on fixe, d'une manière invariable, dans cette méthode, les proportions de chaux et d'acide.

Manœuvre du procédé selon l'Auteur.

Je donnerai une description détaillée de ce procédé conformément aux résultats indiqués dans les expériences que j'ai signalées plus haut, et je supposerai qu'on opère la défécation dans des chaudières de 500 litres, dimension que je considère comme la plus convenable.

La chaudière étant chargée, on la chauffera rapidement, puis on la déféquera à la chaux, exactement comme je l'ai expliqué plus haut en décrivant ce procédé. Lorsque la proportion de chaux aura été assez grande pour rendre le jus bien clair et la séparation des flocons complète,

Digitized by Google

la température pourra être de 70 à 75°, si l'on a mis la chaux, comme je l'ai recommandé, à 65° ; alors on prendra de l'acide sulfurique du commerce, délayé dans dix fois au moins son volume d'eau. On l'ajoutera par petites portions à la chaudière, toujours en brassant fortement. Chaque fois que l'on mettra de l'acide, il faudra observer l'état du jus ; à cet effet, voici comment il faudra s'y prendre pour opérer commodément.

On se munira de la cuiller qui sert à observer la limpidité du jus, dans la défécation à la chaux. On prendra aussi une soucoupe très blanche, de porcelaine commune, par exemple. Sur la surface de cette soucoupe, on distribuera un certain nombre de gouttes de sirop de violette, à l'aide d'un petit bâton qu'on plonge alternativement dans une bouteille contenant ce sirop, et dont on touche la soucoupe. Il sera convenable aussi de porter sur cette porcelaine des taches de bleu de tournesol bien préparé. Cela étant disposé, voici comment on procède à l'examen du jus.

On écarte, à l'aide du mouveron ou de l'écumoire, l'écume épaisse qui monte à la surface de la chaudière après la mise de la chaux et de l'acide sulfurique. On prend du jus dépuré avec la petite cuiller ; on l'observe pour voir si la limpidité et la précipitation se conservent, ce

Digitized by Google

qui prouve que l'acide sulfurique n'est pas mis en excès. Pour s'en assurer d'une manière plus convaincante, on trempe une petite cheville de bois propre dans le jus contenu dans la cuiller, puis on porte la goutte de jus qu'on emporte ainsi sur l'une des gouttes de sirop de violette qui se trouvent sur la soucoupe. Là on les mélange à l'aide de la cheville, puis on observe la couleur qui résulte de ce mélange. Si l'alcali est en grand excès dans le jus, de suite le sirop de violette prendra une belle couleur verte très intense. A fur et à mesure que l'alcali deviendra plus faible, la couleur verte mettra d'autant plus de temps à se développer, et perdra toujours de son intensité. Il faut s'arrêter, et cesser d'ajouter de l'acide lorsque le sirop de violette, touché par le jus, ne vire plus que lentement au vert.

On voit que ce mode de vérification est fondé sur une propriété utilisée en chimie pour reconnaître la présence des alcalis libres, dans les liquides qu'on examine. Cette propriété des alcalis est effectivement de faire passer au vert la couleur de la violette.

J'ai recommandé de placer un certain nombre de gouttes de sirop sur la soucoupe, afin de pouvoir faire beaucoup d'essais sans avoir besoin de prendre, à chaque expérience, une goutte

Digitized by Google

de sirop. Cette disposition favorise beaucoup la rapidité des observations. Il ne sera pas mal aussi, lorsqu'on aura jugé par le sirop de violette que l'addition d'acide est suffisante, de s'assurer, en touchant les taches du tournesol par le jus, que celui-ci ne les fait pas virer au rouge. Car telle est, comme on le sait, la propriété des acides, de ramener au rouge la couleur bleue du tournesol. Je ne recommande cette pratique que comme moyen utile de vérification, de peur qu'un œil peu exercé ne se trompe dans les observations sur le sirop de violette. S'il arrivait qu'on eût mis trop d'acide, ce qu'on reconnaîtrait, comme je viens de le dire, par le tournesol, il faudrait non-seulement neutraliser cet acide par la chaux, et de suite, mais encore porter dans le liquide un petit excès de cet alcali.

Dans les observations qu'on fait à l'aide du sirop de violette, il faut, autant que possible, s'exercer à mélanger sur l'assiette une goutte de jus à peu près égale à celle du sirop, pour avoir des résultats bien comparables. En effet, si l'on ne procédait pas aiusi, et que l'on mélangeât le sirop en grand excès, par rapport au jus, ou *vice versâ*, les résultats ne seraient plus les mêmes, et alors ou le mélange virerait fortement au vert et promptement, ou il ne virerait point du tout,

Digitized by Google

quoique cependant l'expérience se fît sur le même jus. Il est donc important, sous ce point de vue, de faire en sorte de mélanger toujours le sirop et le jus goutte à goutte, et alors les expériences seront bien comparables.

On pourrait encore se servir, en place de sirop de violette, de teinture de tournesol rougi par les acides; alors le jus le ferait virer au bleu aussi long-temps qu'il contiendrait de l'alcali en excès.

Lorsqu'on a reconnu, par ces moyens, que la chaudière ne contient plus qu'un faible excès d'alcali, et qu'on a bien agité la masse avec le mouveron, l'on abandonne la chaudière à elle-même sans avoir besoin d'écumer, et l'on retire le feu.

Pour une chaudière de 500 litres je pense qu'après une demi-heure de repos, le liquide serait suffisamment éclairci, et qu'il serait bon à décanter. On procéderait à cette opération comme je l'ai expliqué, en décrivant la manœuvre d'une défécation par la chaux.

On pourra compter que 500 litres de jus, qui auront été traités par 3 kilogrammes de chaux hydratée, exigeront à peu près un kilogramme d'acide pour leur neutralisation convenable. On pourra aussi dans ce procédé, en admettant qu'il faille deux pressées pour faire une chaudière, ajouter au jus de la première pressée, dans le

Digitized by Google

réservoir où il se rend au sortir de la presse, du quart au tiers dans la quantité de chaux utile pour une défécation; cette méthode sera même toujours nécessaire lorsque la température de l'atelier sera à 15° ou 18° de Réaumur.

Troisième Méthode.

Procédé d'Achard.

Achard, dans l'établissement de sa fabrique de sucre de betteraves, ne trouva rien à prendre ni à imiter, et dut créer tout, instrumens et procédés. Malgré la nécessité où il se trouva de chercher ainsi dans son propre génie toutes les ressources propres à faire germer la découverte de Margraff, il donna cependant à l'ensemble des procédés qu'il a décrits un haut degré de perfection, et si ses pensées et ses descriptions eussent été mieux interprétées, mieux senties et mieux exécutées en France, nul doute que la nouvelle industrie n'eût pas rencontré autant de difficultés à s'implanter dans notre agriculture. Le procédé de défécation, recommandé par Achard, fut peut-être l'une des particularités de son travail les plus importantes, et ce procédé ne put pas prendre en France, soit qu'on l'exécutât ou qu'on l'interprétât mal. Cependant, il paraît bien certain qu'il donne de grands avantages,

Digitized by Google

puisque M. Crespel-Delisse, d'Arras, qui l'utilise, lui a dû et lui doit encore en partie la supériorité de ses travaux (1). Je ne parlerai point ici de la partie du procédé de défécation d'Achard, qui a rapport au chauffage à vapeur, ce sera l'objet de quelques réflexions un peu plus loin; mais je me bornerai à traiter de la partie technique de la défécation.

Le procédé d'Achard diffère de celui que nous venons de décrire, en ce que l'auteur, au lieu de traiter le jus par la chaux d'abord, puis par l'acide sulfurique, commence par le traiter par ce dernier, puis neutralise par l'autre. Il en diffère, en outre, par la manœuvre de ces opérations que nous allons décrire, d'après la traduction de M. Achard, par M. Angar.

Le jus, au sortir des presses, était déposé dans des grands vases en terre, où on l'acidifiait. Cette

---

(1) M. Crespel-Delisse, manufacturier aussi distingué par ses connaissances que par son patriotisme, vient de recevoir, dans la séance publique de la Société d'encouragement, une médaille d'or à titre de récompense pour les services qu'il a rendus à la fabrication du sucre de betteraves. M. le comte Chaptal, président de la Société, à qui il appartenait de droit de faire le rapport pour la distribution de ce prix, a payé publiquement à M. Crespel, dans un discours plein de feu, le tribut d'éloges que l'industrie et la société tout entière doivent à ce citoyen estimable.

Digitized by Google

acidification s'opérait avec 2 grammes et demi d'acide sulfurique par chaque litre de jus, et il ne devait jamais s'écouler plus de 6 à 7 heures entre l'extraction du jus et son acidification. Je prendrai maintenant le texte même de la traduction.

« La chaudière ayant été bien nettoyée, on la met en place, on répand uniformément sur son fond de la craie blanche pulvérisée, dans la proportion de 5g, 360 par litre de jus acidifié la veille (1). On remplit la chaudière jusqu'aux deux tiers seulement, pour laisser de la place à l'écume qui se forme par suite de l'effervescence. On réunit les dépôts qui se forment dans les pots, et l'on verse le tout dans la chaudière. On remarque que la partie supérieure du suc acidifié la veille est claire; mais le fond est trouble, d'une couleur grisâtre, parce qu'il contient des flocons d'albumine, précipités par l'acide et d'autres impuretés. On agite le suc avec la craie pour que la combinaison se fasse exactement; car le but qu'on se propose dans cette opération est de saturer l'acide sulfurique précédemment ajouté au suc. Il se forme un sulfate de chaux qui se dépose en

---

(1) Remarquons cette particularité, que le jus n'est jamais mis en chaudière avant d'être resté en contact avec l'acide sulfurique pendant environ 24 heures.

grande partie au fond de la chaudière et constitue la majeure partie du dépôt qui s'y trouve. Cette précipitation a lieu en raison du peu de solubilité de ce sel, qui exige 470 fois son poids d'eau pour être tenu en dissolution (1) : le peu de ce sel qui reste dans le suc en est séparé par un travail ultérieur.

Par l'addition de la craie au suc acidifié, non-seulement on sature l'acide que ce suc contient, mais encore on s'oppose à l'action de cet acide sur le cuivre des chaudières, en raison de l'affinité plus forte de l'acide sulfurique pour la craie que pour le cuivre (2). La proportion de craie indi-

---

(1) Le sulfate de chaux est plus soluble dans l'eau que ne l'indique ici M. Achard; il se dissout, en effet, dans 250 ou 300 fois son poids d'eau. Dans les dissolutions sirupeuses, comme dans le jus de betteraves, il est beaucoup plus soluble; c'est un fait dont je me suis assuré par l'expérience, quoique je n'aie pas déterminé le degré de solubilité. Je puis néanmoins affirmer que sa solubilité est alors beaucoup plus grande que dans l'eau pure. Le dépôt, quoi qu'en dise M. Achard, doit contenir plus d'oxalate de chaux que de sulfate.

(2) Il y a ici une erreur de la part de l'auteur, car l'acide sulfurique n'attaque nullement le cuivre; il l'avive seulement, quand il est oxidé, en se combinant avec son oxide; mais il n'est pas probable que, dans un travail continu, le cuivre des chaudières ait le temps de s'oxider.

Digitized by Google

quée est beaucoup plus considérable qu'il ne faut pour saturer l'acide sulfurique mêlé au suc ; mais il vaut mieux employer cette matière en une quantité un peu plus forte, que de risquer que tout l'acide ne soit pas saturé (1). La dépense d'ailleurs est si modique qu'on ne peut la mettre en balance.

Il semblerait que toutes les espèces de terres calcaires, qui contiennent de l'acide carbonique, pourraient être employées à cet usage ; mais l'expérience a prouvé le contraire (2). La véritable cause en est peut-être que ces pierres calcaires sont toujours mêlées avec d'autres substances étrangères ; de sorte que leur poids n'indique pas celui du carbonate calcaire réel : en outre, ces matières étrangères ont paru nuire à la clarifica-

---

Ainsi, si la craie n'avait d'autre but, dans le procédé qui nous occupe, que d'empêcher l'altération du cuivre, elle serait complétement inutile.

(1) Remarquons ici, par l'expression même de l'auteur, combien il redoute l'excès d'acide ; et cette crainte est justement fondée.

(2) Il est en effet assez difficile de trouver un carbonate de chaux bien pur ; il est toujours mélangé avec d'autres sels. Le marbre blanc lui-même, qui est le plus pur des carbonates de chaux naturels, ne l'est pas complétement.

tion. Par la combinaison de l'acide sulfurique avec la chaux du carbonate calcaire, l'acide carbonique qui la saturait devient libre, et reste interposé dans le suc, ou s'y montre par petites bulles. L'expérience a prouvé la nécessité de dégager cet acide avant le raffinage, parce qu'on a remarqué que l'extraction du sucre en devenait plus facile. Le meilleur moyen de dégager l'acide carbonique contenu dans le suc désacidifié par la craie, est d'y ajouter de cette même craie, mais réduite à l'état de chaux vive par l'action du feu. Dans cet état, cette chaux reprend l'acide carbonique que le feu lui avait enlevé (1). Pour réduire la craie à l'état de chaux, il suffit de la brûler dans un four à chaux ordinaire, ou dans tout autre. Une chaleur rouge continuée pendant quelques heures suffit. Lorsqu'on la prépare d'avance il faut la conserver dans des vases bien

(1) M. Achard ajoute ici une grande importance à neutraliser l'acide carbonique, et prend pour cela un biais qui n'est rien moins qu'indispensable. En effet, l'acide carbonique est gazeux; il est très peu soluble sous la pression atmosphérique dans les liquides, et il s'en dégage même par la plus légère chaleur. Ainsi, dans le cas qui nous occupe, il serait absolument inutile d'employer la chaux pour neutraliser l'acide carbonique; celle-ci a donc, dans ce procédé, une toute autre fonction.

Digitized by Google

fermés, pour empêcher tout contact avec l'air, auquel elle enlève l'acide carbonique qu'il contient avec plus de rapidité que toute autre espèce de chaux. Alors elle redevient à son état primitif de carbonate calcaire, et ne serait plus propre à l'emploi pour lequel on la réserve.

Ainsi donc, un quart d'heure après avoir mêlé dans la chaudière le suc avec la craie, on ajoute la craie calcinée dans la proportion de 1g,600 par litre de jus.

L'addition de craie calcinée est plus considérable dans cette proportion, qu'il ne faut pour absorber l'acide carbonique; mais l'excédant est destiné à décomposer le sel ammoniac (1) qui se

(1) La chaux employée dans cette expérience doit effectivement peu servir à neutraliser l'acide carbonique, car la majeure partie de celui-ci doit être dégagée à l'état de gaz lorsqu'on ajoute la chaux. Or, ne serait-il pas plus simple de supprimer le carbonate de chaux dans ce travail et de traiter par la chaux? C'est ce que fait en effet maintenant M. Crespel. Quant à l'action de la chaux sur le sel ammoniac, je ne pense pas qu'elle soit bien utile, quoiqu'elle doive se produire toutes les fois que le jus contient du muriate d'ammoniaque; mais je pense que ce sel est presque toujours en très petite quantité dans la betterave, tandis que les oxalates de potasse et d'ammoniaque y sont presque toujours dans de grandes proportions.

trouve presque toujours dans ce suc et nuit à l'extraction du sucre. La chaux qui décompose ainsi le sel ammoniac, forme un muriate calcaire, dont la présence dans le suc ne nuit plus à l'extraction du sucre.

On délaye, dans un pot, la quantité de craie calcinée utile; on en fait un lait de chaux qu'on mêle avec le suc; on passe un peu de suc dans le pot, pour le rincer, et l'on ajoute également ce rinçage dans la chaudière.

Le mélange étant bien fait, on couvre la chaudière; on y place le thermomètre. Si l'on a eu soin, pendant la préparation du suc, de chauffer d'avance la cucurbite à vapeurs presqu'au degré d'ebullition, la masse du suc ne tarde pas elle-même à être échauffée. Lorsque le thermomètre est à 30°, on découvre la chaudière à moitié, et l'on y ajoute du lait écrémé dans la proportion de 10 à 14 litres par 1000 litres de jus. On remue bien toute la masse, et l'on recouvre la chaudière. Lorsque le thermomètre est à 79°, on laisse le feu s'éteindre; bientôt le thermomètre baisse, et quand il est tombé à 50 ou 60° on découvre la chaudière. Avant la clarification, l'albumine séparée du suc, au moyen de l'acide sulfurique, était en flocons trop légers pour pouvoir être séparés; mais, par l'action de la chaleur, cette albumine prend de la consistance, et l'ad-

Digitized by Google

dition du lait ne laisse pas que d'y contribuer beaucoup (1).

Toutes les parties séparées du suc le surnagent et forment une croûte noire, pour ainsi dire, d'un seul morceau, qu'on enlève avec une écumoire en cuivre. Le suc clair se trouve au-dessous de cette croûte. »

Après cette description de la défécation, M. Achard décrit le soutirage au clair qui ne présente de particularités, dans son procédé, que celles dépendantes de l'appareil à vapeurs qu'il emploie.

M. Crespel d'Arras est le seul manufacturier, à ma connaissance, qui, depuis qu'il fabrique le sucre de betteraves, ait constamment suivi le procédé d'Achard ; seulement, il lui a fait subir quelques légères modifications, que son expérience et l'emploi du charbon animal ont commandées.

L'ensemble des travaux de la manufacture de M. Crespel a été l'objet d'un rapport très détaillé fait à la Société royale d'Arras par plusieurs de

---

(1) Remarquons à ce sujet que l'albumine séparée par l'acide sulfurique n'est pas en combinaison avec cet acide, de sorte que lorsqu'il est neutralisé par un alcali, l'albumine ne se redissout pas ; elle est, au contraire, solidifiée en écume, comme le dit M. Achard, par l'action de la chaleur.

ses membres, et imprimé dans le tome 1er des Mémoires de ladite Société.

Dans ce rapport, où les opérations exécutées alors par M. Crespel sont décrites avec beaucoup de détails, on retrouve le procédé de défécation de M. Achard presque textuellement; les erreurs théoriques de l'Auteur y sont même reproduites. Il suffira, pour étayer ces assertions, d'extraire en abrégé, de ce rapport, ce qui concerne la défécation.

« Le jus, au sortir des presses, est conduit, à » l'aide d'un couloir en plomb, dans deux réci- » piens ou cuves doublées en plomb, où il se dis- » tribue par égales portions. L'une est remplie le » matin et l'autre le soir. Chacune contient en- » viron 1800 litres de liquide (1).

» Aussitôt qu'une cuve est remplie, on procède » à une première opération, qui est l'acidifica- » tion du suc: on jette dans la cuve, par hecto- » litre de liquide, deux cent quarante grammes » d'acide sulfurique, préalablement étendu d'eau, » dans la proportion d'une partie d'acide à 67°

(1) Telle est aussi la capacité des chaudières de défécation de M. Crespel, de sorte qu'un récipient recueille tout le jus nécessaire pour une défécation. Cette disposition, préférable aux pots de M. Achard, avait été recommandée par M. Derosne.

Digitized by Google

» sur trois parties d'eau; à mesure qu'on verse » l'acide on agite le suc, et, quand le mélange » paraît bien fait, on le laisse reposer jusqu'au » lendemain (1). Le lendemain matin, on verse » dans une des deux chaudières de défécation le » suc qui provient du travail de la matinée de la » veille; pendant que ce suc se défèque, on verse » dans l'autre chaudière le suc qui provient du » travail de l'après-midi de la veille.

» Chacune des deux chaudières de défécation » doit pouvoir contenir 1800 litres, c'est-à-dire, » qu'elles doivent être de même capacité que les » cuves où le suc a été acidifié. En outre, les bords » doivent en être assez élevés pour retenir la » grande quantité d'écumes qui se forment pen- » dant la clarification.

» Après avoir bien nettoyé les chaudières, on » répand uniformément, sur le fond, de la craie » pulvérisée, dans la proportion de cinq hecto-

---

(1) On indique ici 67° de concentration pour l'acide sulfurique, parce que M. Achard employait l'acide sulfurique de Nord-Hausen, qui a cette densité. Celui qu'on fabrique en France n'a que 66°. Les proportions d'acide que j'ai indiquées plus haut dans le procédé d'Achard, d'après M. Derosne, sont une traduction de l'acide de Nordhausen dans le nôtre; c'est pourquoi la proportion d'acide indiquée ici paraît être un peu plus faible.

Digitized by Google

» grammes par hectolitre de jus. Alors on verse » le suc et on l'agite fortement, afin de rendre le » mélange assez prompt pour que l'acide n'exerce » pas son action sur le cuivre des chaudières (1). » On ajoute ensuite dans chaque chaudière cent » cinquante grammes de chaux vive, préalable- » ment éteinte à l'air, avec une assez grande » quantité d'eau pour former un lait de chaux » qu'on mélange bien avec le suc (2).

» On met le feu sous la chaudière, et lorsque » la température de la masse est élevée à 25 ou » 30° de Réaumur, on y ajoute encore du sang » de bœuf dans la proportion d'un litre et demi » par hectolitre de suc (3).

» Quand le mélange est bien fait, on presse le » feu vigoureusement. Deux heures suffisent pour

---

(1) Cette proportion de carbonate est plus faible que celle indiquée par Achard; et il paraît aussi que M. Crespel employait le carbonate pour préserver les chaudières de l'action de l'acide sulfurique, ce qui est complétement inutile, comme je l'ai dit précédemment; aussi M. Crespel n'emploie-t-il plus aujourd'hui de carbonate de chaux, ainsi que je le dirai plus loin.

(2) M. Achard recommandait 160 grammes de chaux par hectolitre, ce qui était un peu plus.

(3) M. Achard indiquait aussi à peu près l'emploi d'un litre et demi de lait par hectolitre de jus. M. Crespel l'a remplacé par le sang.

Digitized by Google

» porter le liquide à l'ébullition. On constate cet » état au moyen d'un thermomètre qui s'élève à » 80°; mais les ouvriers le reconnaissent quand » la croûte formée par les matières séparées du » liquide par les opérations précédentes, et qui » se sont portées à la surface, commence à se » fendre.

» On ôte alors le feu du fourneau; on enlève, » avec une écumoire, toutes les matières qui sur- » nagent; on les dépose sur un filtre en laine, » placé au-dessus d'un baquet doublé en plomb, » qui porte ce qui passe au travers du filtre dans » une des chaudières de concentration. Quand » ces matières ne donnent plus rien sur le filtre, » afin de ne rien perdre de la matière sucrée » qu'elles peuvent contenir, on les met dans des » sacs entre des claies, comme de la pulpe, et on » les fait passer sous une presse pour en expri- » mer le suc : cette opération se fait sur une presse » uniquement destinée à cet usage, et placée dans » le même local que les chaudières (1).

» Peu de temps après avoir écumé, les matières » qui n'ont pu être élevées se précipitent; le suc » est alors d'une couleur jaune et parfaitement

(1) Cette méthode de presser les écumes est bonne, et elle fournit sans grande dépense un jus qui sans elle serait perdu.

» transparent. On ouvre le robinet et l'on répand » le suc contenu dans une chaudière de défécation, par égales portions, dans six chaudières » de concentration. »

Voilà le procédé de défécation tel que l'a exécuté M. Crespel depuis 1810 à 1811 jusqu'en 1818 à 1819; et l'on voit qu'il ne différait du procédé d'Achard, abstraction faite du mode de chauffage, qu'en ce que M. Crespel avait substitué de vastes récipiens aux pots en terre pour l'acidification du suc. Du reste, les agens déféquans étaient les mêmes; leur dosage différait peu, et leur emploi se faisait dans les mêmes circonstances. Le sang seulement avait remplacé le lait, mais cela est assez indifférent aux résultats, ces deux agens servant surtout à favoriser la précipitation par le coagulum qu'ils donnent.

M. Crespel a depuis reconnu l'inutilité de l'emploi du carbonate de chaux, et il emploie maintenant la chaux seule, pour neutraliser l'acide. Il m'a assuré qu'il avait reconnu aussi que le contact prolongé de l'acide sulfurique et du suc étaient inutiles, et qu'il ne l'avait adopté jadis que pour la commodité de ses travaux. Voici comment il m'a dit exécuter la défécation maintenant.

Lorsqu'une des chaudières à déféquer, qui contiennent toujours 1800 litres chacune, est pleine, on y ajoute, avant d'allumer le feu,

Digitized by Google

3600 gr. d'acide sulfurique étendu, puis on agite fortement; après un brassage bien fait, on ajoute de suite 3600 à 4000 gr. de chaux, pesée vive, puis éteinte et convertie en lait; on agite de nouveau le mélange, puis on allume le feu. Lorsque le jus porte 60 à 70°, on y délaie le charbon animal d'une clarification précédente, on brasse encore, puis on met du sang de bœuf délayé qu'on brasse aussi fortement pour bien le distribuer sur toute la masse. Alors on retire le feu, on laisse déposer, et l'on tire au clair par le robinet placé à quelques centimètres au-dessus du fond de la chaudière.

Lorsque j'allai l'an dernier chez mon ami Cafler pour tenter quelques essais d'amélioration dans ses travaux, et particulièrement dans la défécation, je connaissais les procédés que je viens de décrire, et il n'était bruit alors que des grands avantages que M. Crespel en retirait. J'avais donc alors l'intention de tenter quelques expériences propres à m'éclairer sur la valeur réelle de la méthode qui nous occupe.

J'ai décrit plus haut, en parlant du procédé français, les expériences que j'ai faites sur cette méthode, et les résultats avantageux que j'en ai obtenus. Après ces expériences, nous en vînmes à essayer le procédé d'Achard, modifié par M. Crespel. Quoique les résultats aient été mau-

Digitized by Google

vais, je décrirai cependant mes expériences, parce que je suis bien convaincu de les avoir mal faites, et que cela pourra être utile aux personnes qui seront tentées de répéter des procédés ; elles apprendront par-là combien il est important, avant d'opérer, de s'enquérir de tous les détails utiles pour les exécuter, et de n'y rien changer si l'on veut obtenir des succès; car ceux-ci dépendent souvent de circonstances tellement indifférentes en apparence, qu'on néglige de s'en occuper.

1re *Expérience*. Nous ajoutâmes au jus dans le réservoir, au sortir des presses, de l'acide sulfurique étendu, dans la proportion de 3 kilogr. à 66° pour 2400 à 2500 litres de jus. Lorsque le réservoir fut plein, on transvasa dans la chaudière, et l'on mit le feu dessous. On chauffa promptement, et lorsque le jus eut pris 65 à 70° de température, on jeta dans la chaudière 3 kilogrammes de chaux pesée vive, puis éteinte et délayée en lait, en ayant soin de brasser fortement. Après cette addition, on jeta en chaudière le noir d'une défécation précédente, que l'on délaya bien ; puis on ajouta 3 litres de sang de bœuf étendu d'eau, et l'on brassa.

La défécation parut bien se faire, ou au moins le sirop observé à la cuiller parut bien clair. Mis en évaporation, il moussa considérablement. La clarification ne s'opéra pas bien non plus ; on y

Digitized by Google

employa une grande quantité de sang qui ne produisit que peu d'effet, et il fallut 30 heures de filtration pour obtenir le filtre médiocrement sec, tandis qu'une bonne clarification coule en 4 ou 5 heures.

Mis à cuire, le sirop paraissait devoir arriver facilement à la cuite; il donnait un bouillon sec après avoir jeté son écume, et il était sensible au beurre. Mais vers 85 ou 86° du thermomètre, il brunissait, il donnait une preuve précoce, et il avait une grande propension à brûler, quoique aucune cuite n'eût attaché sensiblement au fond de la chaudière.

Les cuites réunies au chaudron ont donné une mousse jaune, épaisse et visqueuse, qui a empêché d'emplir le chaudron de sirop; car elle occupait à elle seule la moitié de la capacité de ce chaudron.

Ce sirop fut coulé en formes avec la mousse; il grèna mal, il ne présenta que des atomes de sucre, noyés dans une grande quantité de mélasse, et, chose remarquable, toute la mousse jaune et visqueuse fut, au bout de quelques jours, convertie complétement en un grain léger, mais identique avec les cristaux de cannes.

2me *Expérience.* — Cette expérience a été faite comme la précédente, avec cette seule différence qu'au lieu de traiter le jus dans le réservoir avec

Digitized by Google

3 kilogrammes d'acide sulfurique, on en employa 6. Puis, à la température de 65 à 70°, on traita avec une quantité de chaux telle que l'acide restait en faible excès. La défécation s'est bien faite avec du vieux noir et du sang.

L'évaporation, écumée avec soin, s'est faite aussi avec assez de facilité; mais la clarification n'a pu s'effectuer, même avec une forte dose de sang, et en neutralisant l'excès d'acide par la chaux. Le sirop est resté comme un magma épais, qui jeté dans le filtre n'a coulé qu'imparfaitement et avec beaucoup de lenteur.

Deux défécations avaient malheureusement été faites par ce procédé. Leur sirop mis à cuire a bouilli assez facilement jusqu'au 91^{me} ou 92^{me} degré, et sans brûler; mais le sirop était devenu noir; versé au chaudron, il a moussé considérablement, et mis en forme il n'a pas donné de sucre.

3^{me} *Expérience.* — L'expérience précédente fut répétée, avec cette seule différence qu'au lieu d'ajouter l'acide dans le réservoir, on le mit dans la chaudière à déféquer au 70^{me} degré du thermomètre, puis on neutralisa avec un excès de chaux, et l'on acheva la défécation sans difficulté avec du vieux noir, et 12 litres de sang de bœuf.

Le jus, mis à évaporer, indiquait un excès

Digitized by Google

d'alcali; il donna d'abord un beau bouillon, mais vers la fin de l'évaporation le sirop indiquait aux réactifs colorés un excès d'acide (1). Le sang, mis en grande dose à la clarification, n'a point opéré, quoiqu'on ait neutralisé l'excès d'acide par la chaux, et la filtration fut mauvaise. Il en fut de même de la cuite qui fut très difficultueuse, et le sirop mis en forme ne rendit point de sucre.

Si j'avais tiré de ces expériences la conséquence que le procédé de défécation de M. Achard ne vaut rien, je l'aurais fait aventurément; aussi, n'est-ce pas là le parti que me firent prendre les mauvais résultats que j'obtins. Je relus alors avec plus d'attention la description d'Achard, puis celle de M. Crespel, et je m'aperçus de suite des fautes capitales que j'avais commises. En effet, je m'aperçus que dans toutes mes expériences l'acide sulfurique était resté en contact à chaud avec le suc, tandis que les descriptions de MM. Achard et Crespel disent formellement qu'il faut neutraliser à froid.

---

(1) La transition du jus signalée dans cette expérience de l'alcalinité à l'acidité provient bien certainement de la décomposition d'un sel à base d'ammoniaque; et c'est probablement du sulfate d'ammoniaque formé par la décomposition de l'oxalate.

Nous avions manqué cinq à six chaudières, lorsque je m'aperçus de mon erreur ; et après cet échec, pressé par mes occupations de revenir à Paris, je n'eus pas le temps de recommencer de nouvelles expériences; je demeurai bien convaincu cependant qu'il était possible d'obtenir de très bons résultats par cette méthode bien exécutée, d'autant plus que M. Achard, en la suivant, obtint de la betterave les plus grands produits qu'on ait jamais signalés, et que M. Crespel, en suivant la même méthode, a trouvé dans la filtration du sucre de betteraves une fortune justement acquise, et une réputation méritée de manufacturier industrieux et distingué.

J'aurais cependant vivement désiré de voir pratiquer et de pratiquer moi-même cette méthode avec succès, de manière à pouvoir la recommander avec cette confiance qu'on ne peut avoir sans cela; je le désirais d'autant plus que quelques expériences de laboratoire me laissaient entrevoir une modification utile à la fabrication du sucre de betteraves, et inséparable de cette méthode elle-même. Je m'explique à ce sujet.

J'avais remarqué, dans la lecture de la traduction d'Achard, que ce chimiste recommandait la défécation du suc au sortir des presses, comme un préservatif d'altération, et que M. Crespel reproduisait la même observation. J'avais remar-

qué, de plus, que le jus de la betterave blanche elle-même prenait une teinte noire et jaune à l'air; et je pensai que ces couleurs devaient provenir nécessairement d'une altération analogue à celle que subissent, de la part de l'air, des fruits tels que les poires et les pommes coupées par tranches. Les sections de ces fruits, comme tout le monde l'a observé, jaunissent alors, et ne doivent certainement ce changement de couleur qu'à une altération. Je pensai que l'acide sulfurique, mis dans le jus, avait pour but de prévenir cette altération; et, pour m'en convaincre, j'exposai des fruits coupés au contact de l'air, en laissant les tranches des uns dans l'état naturel, et en recouvrant celles des autres d'une couche légère d'acide sulfurique très délayé. Je remarquai alors que les fruits coupés et non imprégnés d'acide prenaient une teinte jaune et noire, tandis que les tranches des autres restaient intactes. Cette expérience fut concluante pour moi, et je ne doutai plus que l'acide sulfurique n'eût, dans le procédé d'Achard, la propriété que ce chimiste lui attribuait.

Cependant Achard ne recommandait l'addition de l'acide sulfurique que dans le jus; et, comme l'altération se manifeste aussitôt que la pulpe est formée et dans la pulpe elle-même, je pensai qu'il serait sans doute avantageux d'ajouter l'a-

Digitized by Google

cide sulfurique à la pulpe. Nous fîmes, à cet effet, une expérience chez Cafler, mais en petit; la voici :

Expérience unique. — Nous avons fait peser la quantité de betteraves utile pour faire une pressée, et cette quantité était de 425 kilogrammes. On a râpé ces betteraves, puis, au fur et à mesure que la pulpe tombait dans l'auge, on la retirait pour la mettre dans des tonneaux défoncés d'un bout, où on la mêlait avec de l'acide sulfurique étendu de cinq fois son poids d'eau. La quantité d'acide sulfurique ajoutée fut de 900 grammes.

Cette pulpe ainsi préparée se conserve saine au contact de l'air, et sans la moindre altération, elle qui, ordinairement, devient très noire en peu de temps. On la mit alors dans des sacs, puis on l'exprima et l'on en retira 340 litres de jus, qui furent conservés jusqu'au lendemain sans altération, la température du local étant à peu près de 12°. Le jus, dans cet état, était moins bourbeux et moins laiteux que de coutume; et la cause en était probablement que le précipité formé par l'acide sulfurique était resté en partie dans la pulpe (1).

(1) L'acide sulfurique a, en effet, la propriété de précipiter du jus une matière albumineuse qui s'agglomère en flocons. Voyez à ce sujet mes recherches à la fin de ce vo-

Digitized by Google

Le lendemain, ce jus fut mis en chaudière et traité à la température de 20 à 30° par la chaux. La défécation se fit bien, on évapora avec facilité; la clarification n'éprouva pas non plus de difficulté, et le sirop cuit donna une petite forme de sucre un peu gras. Je ne puis pas conclure que le caractère pâteux du sucre obtenu tînt au procédé; car l'on sait que ce caractère se reproduit presque toujours quand on opère la cristallisation sur de petites masses. Cependant je suis persuadé que dans cette expérience nous eussions mieux fait de neutraliser à froid. Nul doute qu'alors ce procédé, plus conforme aux pratiques de MM. Achard et Crespel, n'eût été préférable (1).

Je recommanderai donc cette expérience aux manufacturiers qui voudraient essayer le procédé d'Achard, et qui auraient réussi à l'exécuter. Voici, au reste, comment j'entendrais l'exécution de ce procédé avec l'acidification dans la pulpe.

---

lume. Il est donc certain que, dans ce mode d'opérer, la majeure partie de cette albumine était restée dans la pulpe.

(1) Cependant on remarquera qu'en neutralisant à 20 ou 30° nous avons obtenu du sucre, tandis qu'il n'en a pas été de même lorsque nous avons opéré cette neutralisation à 70°, comme je l'ai dit précédemment.

Digitized by Google

Modification du procédé d'Achard, indiquée par l'Auteur.

Cette modification pourrait être exécutée de plusieurs manières ; mais je l'indiquerai telle qu'elle me paraît la plus simple et le plus facilement exécutable.

Il faudrait mesurer approximativement la quantité de betteraves utiles pour une pressée. On délayerait aussi dans de l'eau la quantité d'acide sulfurique utile pour traiter toute la pulpe d'une pressée, et l'on établirait sa proportion d'après les données d'Achard, c'est-à-dire 2 $\frac{1}{2}$ grammes par litres de jus que l'on sait devoir être obtenus. Le bac doublé en cuivre, et qui est destiné à recueillir la pulpe de la râpe, devrait être facilement mobile, et pourrait être d'une plus grande dimension qu'on ne le fait ordinairement. Il faudrait aussi en avoir deux ou trois pour les changer, comme je vais l'expliquer.

Cela étant fait, on commencerait à râper jusqu'à ce que le bac à pulpe fût plein ; lorsqu'il en serait ainsi, on le retirerait pour le remplacer par un autre vide. On acidifierait la pulpe dans les proportions indiquées ci-dessus, puis on la mettrait en sacs pour la porter sur la presse. De cette manière on serait certain d'employer, pour une quantité de betteraves donnée, toujours la

Digitized by Google

même quantité d'acide, de sorte que le jus serait toujours également acidifié, ce qui est utile.

Dans cette opération, il ne resterait pas une quantité d'acide sensible dans la pulpe, parce que celui-ci devrait être presque entièrement entraîné par le jus sous l'effort de la presse, de sorte que cette pulpe pourrait toujours être donnée sans inconvéniens aux bestiaux.

Il faudrait bannir de ce travail tout appareil qui comporterait du fer, ou au moins éloigner toute cause de contact immédiat du jus avec ce métal, parce que sans cela on le verrait se ronger rapidement. Ainsi, si l'on se servait de pompes pour pomper le jus, il faudrait les faire tout en cuivre. Ainsi encore, si l'on se servait d'une presse hydraulique, où le fer se trouve ordinairement en grande quantité, il faudrait recouvrir le plateau et toutes les garnitures qui seraient exposées à toucher le jus ou à en recevoir des éclaboussures, il faudrait les recouvrir, dis-je, d'un vernis ou d'un corps gras. Il vaudrait mieux, pour cela, un vernis au caout-chouc.

Le jus acidifié étant porté dans la chaudière de défécation, l'on y mettrait de suite, et à froid, une quantité de chaux pesée vive égale au poids de l'acide employé ; ou bien si l'on pesait de l'hydrate de chaux, comme je l'ai recommandé plus haut, il faudrait en prendre un poids qui serait

Digitized by Google

à celui de l'acide comme 1 $\frac{1}{2}$: 1. Après cela on allumerait le feu, on le pousserait rondement, jusqu'à 65 ou 70°, époque où l'on ajouterait du vieux noir, puis du sang de bœuf, dans la proportion de $\frac{1}{4}$ de litre par hectolitre de jus. Après cela, on laisserait déposer, puis on tirerait au clair, comme nous l'avons expliqué précédemment, et l'on procéderait à la concentration, comme nous allons le dire ci-après.

CHAPITRE VI.

Concentration du suc.

Si le jus après la défécation n'était plus qu'un mélange pur de sucre cristallisable, de sucre liquide et d'eau, il suffirait de l'amener de suite par évaporation au point de concentration convenable pour la cristallisation, et de le mettre en formes. Mais il n'en est pas ainsi, et lorsqu'on soumet ce jus à l'évaporation, il est bien limpide, mais il ne tarde pas à se troubler, et à présenter en suspension une foule de grumeaux pareils à ceux produits par la défécation ; ces grumeaux ne sont formés que par des matériaux pareils,

Digitized by Google

qui sont tenus en dissolution jusque-là, et qui se précipitent à fur et à mesure que l'eau se vaporise. Ces grumeaux solides tenus en suspension dans un liquide bouillant peuvent contribuer pour leur part à favoriser l'altération du sucre qui, par une chaleur prolongée, et sous l'influence de l'eau, n'est déjà que trop disposé à s'altérer. Il résulte de ces inconvéniens que si l'on voulait amener directement le jus à la cuite, sans interposer entre la défécation et cette même cuite une opération qui ait pour objet d'épurer le sirop des impuretés qu'il tient en suspension, on n'aurait qu'un magma épais qui brûlerait avant de donner la preuve, et dont on ne pourrait tirer aucun atome de matière cristallisable. C'est cette exigence même du suc qui distingue, dans les travaux du sucre de betteraves, la concentration, de la cuite; ces deux opérations du reste s'exécutent de même, et ont un même but, qui est de séparer l'eau du jus par vaporisation. Elles se distinguent dans l'ordre des travaux : 1° parce que la concentration précède la cuite; 2° en ce que l'une s'opère sur de plus grandes masses que l'autre; 3° en ce qu'elles sont séparées par l'opération de la clarification, qui a pour objet de séparer les matières précipitées par la concentration, pour fournir à la cuite un jus clair et limpide; 4° en ce que la concentration prend le jus à la

Digitized by Google

densité de défécation, pour le porter à 20 ou 25° chaud, tandis que la cuite le prend à cette dernière densité pour le porter à 40 ou 41° bouillant, point convenable à peu près pour une bonne cristallisation.

La concentration a donc pour objet d'amener le jus de la densité où le donne la défécation jusqu'à 20 ou 25° chaud, ou 24 ou 29° froid. L'opération de la défécation fait ordinairement perdre au jus brut 1° à 1° $\frac{1}{2}$; de sorte qu'un jus qui peserait 7° aérométriques à 10° du thermomètre de Réaumur ne peserait plus, à la même température, après la défécation, que 6° environ; s'il pesait 10° il se réduirait par la défécation à 8° $\frac{1}{2}$; enfin la perte de poids dans ce cas est à peu près proportionnelle aux densités mêmes du jus. La concentration doit donc enlever toute l'eau qu'un jus à 7° froid contient de plus qu'un autre à 24 ou 29°.

Cette concentration s'opère par l'intermédiaire du feu, qui réduit l'eau à l'état de vapeurs, et, comme la tension des vapeurs est proportionnelle à la température, il en résulte que, pour opérer la vaporisation de l'eau le plus promptement possible, sous la pression atmosphérique, il faudra l'exposer à la température la plus haute qu'elle puisse prendre sous cette pression, et cette température est celle de l'ébullition.

Digitized by Google

Il existe d'autres modes d'application de la chaleur, pour opérer la concentration. Achard, par exemple, la pratiquait en chauffant à la vapeur, sans compression, la chaudière qui contenait le jus à évaporer, et il le concentrait ainsi sans ébullition, mais avec beaucoup de lenteur. En Angleterre, on évapore aussi des liquides sirupeux, à l'aide de la vapeur; mais là on comprime fortement cette vapeur pour appliquer sa chaleur au sirop, de sorte que celui-ci entre en ébullition comme s'il était exposé à feu nu. On peut encore produire la concentration en faisant circuler le jus sur de longues plaques métalliques, chauffées par-dessous soit à feu nu, soit à vapeurs libres ou comprimées. Tous ces moyens de vaporisation sont plus ou moins compliqués, et sortent par-là même du cercle des opérations agricoles, auxquelles appartiennent celles de la fabrication du sucre de betteraves. C'est pourquoi je renverrai à mon traité sur l'art de raffiner le sucre, que je publierai incessamment, la description des procédés qui ont pour objet d'exécuter la concentration des dissolutions sirupeuses, autrement que par l'ébullition produite par l'application directe du feu, dans des chaudières simples; et je me bornerai à recommander et à décrire ici ce mode simple d'évaporation, pour la concentration du jus de betteraves.

Le jus de betteraves redoute beaucoup l'action du feu; il la redoute d'autant plus qu'il reste plus chargé d'impuretés, par suite d'une défécation moins bonne, et que cette action est prolongée plus long-temps. On pourrait énoncer de la manière suivante le problème de la concentration du suc.

« Indiquer l'appareil le plus simple pour opérer, dans le laps de temps le plus court possible, la concentration du jus, et avec l'altération la plus faible. »

Voyons maintenant, dans la section suivante, ce qui est fait et ce que l'on peut faire pour la solution de ce problème.

SECTION PREMIÈRE.

Des Appareils évaporatoires, ou chaudières de concentration.

L'action du feu, pour mettre le jus en ébullition, doit être reçue par une chaudière, qui peut être confectionnée avec plusieurs métaux; mais l'expérience a démontré la supériorité du cuivre rouge pour cet usage.

La théorie et l'expérience ont aussi reconnu que la vaporisation des liquides dans les chaudières est proportionnelle aux surfaces de chauffe, et à l'intensité de la chaleur, qui émane

Digitized by Google

du foyer et chauffe ces surfaces. Ainsi une surface d'un décimètre carré de cuivre, de l'épaisseur de quelques millimètres, donne, lorsqu'elle est exposée directement à l'action du combustible dans un foyer bien construit, au moins 1 kilogramme de vapeur à l'heure, tandis que cette même surface, lampée seulement par la flamme ou l'air chaud, dans une construction où l'on a pour but de tirer le plus grand parti du combustible, cette même surface, dis-je, ne donne souvent pas plus de 1 à 2 hectogrammes de vapeur dans le même temps. C'est pourquoi, dans les fourneaux économiques, on ne doit guère compter que sur une production commune de 4 ou 5 hectogrammes de vapeur, par décimètre carré, dans une heure. Dans les fourneaux d'évaporation destinés à concentrer des dissolutions sirupeuses, on ne doit pas utiliser ces constructions économiques, parce que alors le point essentiel est moins d'économiser le combustible, que de ménager le sucre; et l'expérience démontre que, dans ce cas, on ne peut pas pousser le travail avec trop d'activité, parce que le sucre s'altère plus par son exposition prolongée à l'action directe du feu, que par une vaporisation tumultueuse sous l'influence d'un foyer ardent. En effet, dans un cas comme dans l'autre, la température prise par le liquide ne peut jamais être que proportionnelle au point

Digitized by Google

de concentration. Ainsi un sirop, placé sur un grand feu, ne prendra jamais, à densité égale, une plus haute température que sur un petit, c'est-à-dire qu'il prendra de part et d'autre sa température d'ébullition : mais si l'on remarque que l'ébullition, plus tumultueuse sur un grand feu, accélère plus l'évaporation, et que le sucre ne s'altère que parce qu'il supporte plus long-temps l'action d'une même température, on conclura que la circonstance la plus favorable au sucre sera celle où il trouvera des causes d'une évaporation plus rapide.

Il faudra donc, lorsqu'on construira des chaudières évaporatoires pour des sirops, multiplier le plus possible les surfaces qu'on peut appeler ici *surfaces vaporisantes*, et les exposer autant que possible à l'action directe du combustible, parce que c'est là la circonstance la plus favorable pour obtenir la plus haute température, et par conséquent le plus grand effet évaporant sur ces surfaces.

Mais ici se présente une difficulté à résoudre; et c'est le lieu de l'exposer, car elle naît du sujet même qui nous occupe, c'est-à-dire des exigences de la concentration du jus de betteraves. La voici :

Le jus de betteraves doit subir, par la concentration, une réduction de volume égale à peu près aux $\frac{4}{5}$ ou aux $\frac{5}{6}$ de son volume, suivant la

Digitized by Google

richesse. Il doit de plus, pour pouvoir subir l'ébullition sans brûler, se trouver sur les surfaces vaporisantes, sous une couche de un décimètre d'épaisseur, quand les chaudières sont de grande dimension, et de 5 centimètres, quand elles sont petites. Admettons qu'on se serve d'un système de grandes chaudières, comme on le fait assez généralement. Dans cette hypothèse, si nous concilions les hauteurs des couches liquides avec les conditions que nous avons signalées plus haut, pour obtenir l'évaporation la plus prompte, nous distribuerons le jus, au sortir de la défécation, sur une ou plusieurs chaudières évaporatoires, qui ne seront échauffées que par le fond, mais par l'action directe du foyer; nous y distribuerons, dis-je, notre jus, mais en quantité telle qu'il y occupe la couche minime de 1 décimètre. Tout étant ainsi disposé, l'évaporation ira à merveille au commencement, et nous aurons, par cette disposition appliquée au jus, le plus grand effet évaporant indiqué par la théorie et l'expérience : mais si nous remarquons que, dès que l'évaporation aura marché quelques instans, l'eau, en se vaporisant, aura diminué la hauteur de la couche liquide, et l'aura réduite même de telle sorte que le jus courra grand risque de brûler ; admettons cette supposition assez vraisemblable que le jus commencera à se caraméliser sur le fond de la chau-

Digitized by Google

dière, lorsqu'il sera réduit de moitié de son volume, c'est-à-dire sous une couche de 5 centimètres; mais dans cet état il n'aura pas encore subi la réduction que l'on réclame de la concentration, puisque cette réduction doit être des $\frac{4}{5}$ aux $\frac{5}{6}$ du volume, c'est-à-dire en la prenant sur l'épaisseur de la couche de 2 à 1 $\frac{3}{4}$ centimètres de hauteur. Dès-lors, avec cette disposition, nous n'aurons pas rempli les conditions voulues pour une bonne concentration.

D'un autre côté, en admettant que l'on opère sur un jus qui doive être réduit des $\frac{4}{5}$, si l'on établit une chaudière de concentration toujours chauffée par son seul fond, et dans laquelle on puisse mettre le jus sous une hauteur telle que le sirop, étant suffisamment concentré, occupe encore une couche de 1 décimètre de hauteur; il est évident qu'il faudra donner à cette couche une hauteur qui sera égale à 5 décimètres, et il est évident encore que dans ce cas la surface de vaporisation étant diminuée dans le rapport de 5 à 1; exigera un temps proportionnellement plus grand pour faire subir au jus la réduction utile; et cette durée plus grande de l'évaporation exigeant que le sucre séjourne au feu un laps de temps proportionnel, entraîne une altération trop sensible et trop grande pour qu'il ne soit pas urgent d'aviser aux moyens de l'éviter. Mais, avant d'arriver à la discussion de ces

Digitized by Google

moyens, voyons préalablement ce qui a été fait dans les manufactures sur ce sujet.

1°. *Appareil de concentration d'Achard.*

Ce chimiste avait recommandé, d'après sa propre expérience, la concentration à la vapeur; et il avait pour cela deux chaudières plates pour une chaudière de défécation. Il ne chargeait ces chaudières qu'à 6 pouces tout au plus; mais il est évident que, dans ce mode de chauffage, il ne craignait jamais qu'une couche de sirop trop mince favorisât la torréfaction, puisque celui-ci n'y prenait guère une température supérieure à 70° Réaumur. J'ai déjà annoncé plus haut que je ne décrirai pas et ne recommanderai pas ici ce mode d'évaporation, à cause des lenteurs qu'il entraîne et des appareils plus compliqués qu'il exige.

2°. *Appareil de concentration à Châtillon-sur-Seine.*

Dans la fabrique de Châtillon, appartenant à monseigneur le duc de Raguse, la concentration s'opère dans des chaudières de capacités égales à celles de défécation : ainsi, une chaudière de défécation a sa chaudière évaporatoire; aussi chaque concentration exige-t-elle 10 à 12 heures pour amener le jus à 22° bouillant. Cette dispo-

sition est essentiellement vicieuse, et je ne pense pas qu'il en existe de plus imparfaite.

3°. *Appareil de concentration indiqué par M. Chaptal.*

Ce savant dit aussi, dans sa Chimie agricole, qu'il emploie une seule chaudière évaporatoire pour une de défécation, et que cette chaudière, profonde de 15 pouces, reçoit tout le suc d'une opération. Il n'indique pas le diamètre, et par conséquent la surface de cette chaudière; mais si on l'évalue par sa charge, qui est de 12 pouces ou 324 millimètres de hauteur, on trouvera que la surface du fond doit être la capacité cubique de la charge 1800 litres ou décimètres cubes divisés par 324 millimètres. On aura ainsi, pour surface du fond de la chaudière, 5 555 555 millimètres carrés. M. Chaptal recommande de construire le fourneau de manière que toute la masse se trouve en ébullition; et, pour cela, il n'y a pas d'autre moyen que d'exposer tout le fond de la chaudière à l'action directe du foyer. Nous admettrons qu'il en est ainsi, et que la surface du fond de la chaudière indiquée ci-dessus, et qui est à très peu près égale à 555 ½ décimètres carrés, présente une surface de vaporisation capable de donner par heure autant de kilogrammes de vapeur d'eau, c'est-à-dire 555 ½ kilogrammes.

M. Chaptal dit de plus qu'il y concentre le sirop jusqu'à 28°, bouillant, ce qui correspond à 32°, froid. Pour obtenir ce résultat, il faut réduire le volume, terme moyen, au sixième à peu près, soit 3 hectolitres ou 300 décimètres cubes. Il y aurait donc, dans cet état, 1500 kilogrammes ou décimètres cubes d'eau à vaporiser, ce qui exigerait, dans l'hypothèse admise ci-dessus, environ trois heures de temps; et M. Chaptal dit en employer quatre : ce laps de temps me paraît déjà trop long. Il y a plus, c'est que la couche de $0^m,324$ réduite au sixième devient $0^m,054$; et, si l'on se figure la grandeur d'une surface de $555\frac{1}{2}$ décimètres carrés, qui correspond à un cercle de 27 décimètres de diamètre, on concevra qu'une surface de cette dimension, très sujette à se bossuer, doit rendre le travail difficile, et dangereux en même temps pour le sirop. Je ne saurais donc recommander l'emploi d'une seule chaudière de concentration, ni comme on le fait à Châtillon-sur-Seine, ni comme le recommande M. Chaptal, surtout en se servant de chaudières à déféquer d'aussi grandes dimensions qu'on le fait dans ces deux fabriques. Dans le premier cas, il faut trop de temps pour terminer une opération, et dans l'autre, on ne gagne du temps qu'au détriment du travail et de la qualité du sirop.

Digitized by Google

4°. *Appareil de concentration généralement usité.*

Combiné avec l'emploi des grandes chaudières à déféquer, ce mode consiste à adopter deux chaudières évaporatoires pour une chaudière de défécation. On donne à cet effet à toutes les trois un fond d'une même dimension ; et pour que celles à évaporer puissent recevoir à elles deux tout le jus fourni par une défécation, on leur donne en hauteur un peu plus que la moitié de celle de la chaudière à déféquer. Ainsi, admettant que celle-ci donne 2000 litres de jus, chacune des chaudières à évaporer devra contenir un peu plus de 1000 litres, cet excédant étant utile pour le bouillon au commencement de l'évaporation. Cette disposition est usitée à Sussy, chez Cafler et Houdard, chez M. Grenet, à Pont-à-Mousson, et dans plusieurs autres fabriques. Quoiqu'elle puisse, étant bien exécutée, valoir beaucoup mieux qu'une seule chaudière, je ne la recommanderai cependant pas.

5°. *Appareils de concentration chez M. Crespel.*

Dans le rapport que j'ai déjà cité sur les travaux de cet industrieux fabricant, fait à la So-

Digitized by Google

ciété royale d'Arras, voici ce qu'on dit de la concentration :

« Chaque chaudière de concentration a $2^m,32$
» de longueur sur $1^m,06$ de largeur, et présente
» ainsi une surface de $2^m,44$ carrés. Ces chau-
» dières sont au nombre de six pour une à défé-
» quer.

» Il se fait, pendant la défécation, une éva-
» poration qui peut être évaluée au dix-huitième
» de la masse (1); de sorte qu'on ne verse que
» 280 à 300 litres de suc dans chaque chaudière
» de concentration, où il est à la hauteur de 11 à
» 12 centimètres.

» On l'entretient constamment en ébullition
» jusqu'à ce qu'il marque 31° au pèse-liqueur de
» Beaumé. Cette opération dure environ cinq
» heures. Alors les 1800 litres de liquide se trou-
» vent réduits à 220 ou 240 litres de sirop, selon
» la richesse des betteraves en matière sucrée. »

Remarquons que, selon l'expression du rapport, le volume du sirop, après la concentration, serait réduit du 7^{me} au 8^{me} de son volume, ce qui présenterait une couche réduite dans les chaudières évaporatoires de 14 à 17 millimètres

(1) Cette réduction provient du volume des écumes retirées, et non pas de l'évaporation, qui est presque nulle à la défécation.

Digitized by Google

de hauteur, ce qui est extrêmement faible; et je suis persuadé que, s'il en était ainsi, le jus devrait nécessairement s'altérer vers la fin de l'opération: car j'ai remarqué constamment, et dans le raffinage et dans la fabrication du sucre de betteraves, que, lorsqu'on voulait opérer l'évaporation sur une couche de liquide très mince, celle-ci montait considérablement en mousse, ce qui est une preuve certaine d'altération; car le sucre de pareilles cuites est toujours, suivant l'expression des raffineurs, gras, et, partant, d'une épuration difficile. Si l'extrait du rapport sus-mentionné est l'expression exacte des travaux de M. Crespel, je leur adresserai ce reproche, de trop réduire la hauteur de la couche : car je suis bien convaincu des inconvéniens graves de cette réduction.

Depuis deux ans, M. Crespel a modifié toute sa fabrication, et particulièrement les appareils évaporatoires, qui sont aujourd'hui composés de deux batteries de six chaudières à bascules disposées sur deux rangs, qui font suite chacun aux deux chaudières de défécation pour lesquelles ils doivent fonctionner.

Chacune de ces chaudières à bascules est d'une assez grande dimension; elles peuvent avoir, autant que j'ai pu en juger à l'œil, 4 pieds de diamètre sur 1 pied de hauteur. Voici comment M. Crespel en fait usage.

Digitized by Google

La charge d'une de ses chaudières de défécation, étant tirée au clair, est distribuée par portions égales sur les 6 chaudières qui composent l'une des batteries; et là on les soumet à une évaporation prompte, jusqu'à ce que le jus ait acquis une densité de 20° à peu près; alors on réunit les six chaudières en une, pour les soumettre à la clarification, comme nous le dirons ci-après. La concentration, poussée ainsi seulement jusqu'à 20°, n'expose point le jus sous une couche trop mince; elle est d'ailleurs indispensable, comme on va le voir tout à l'heure dans le mode de clarification utilisé par M. Crespel.

Cette disposition est la meilleure que j'aie vue exécutée, et parce que les petites chaudières à bascules offrent un appareil que rien ne peut remplacer avec un égal succès, et parce que l'on y concilie déjà assez heureusement les besoins d'une prompte évaporation avec les moyens d'obvier aux inconvéniens d'une couche trop mince de liquide. Elle est un soupçon de ce qu'il est possible de faire de mieux dans ce genre, et elle prouve que M. Crespel a bien conçu le problème de la concentration, sans l'avoir cependant encore résolu d'une manière satisfaisante. Nous allons maintenant voir, avec ces données pratiques et les principes que nous avons présentés plus haut, à combiner un appareil de concentration

Digitized by Google

qui réunisse tous les avantages voulus sans présenter d'inconvénient sensible.

6°. *Appareil de concentration, proposé par l'Auteur.*

Je proposerai cet appareil, non point comme une chose exécutée et dont les avantages soient démontrés par l'expérience, mais bien comme une disposition dont la théorie sanctionne et démontre l'utilité, et qui trouve, dans la pratique, des analogies qui assurent son succès; ce n'est qu'à ce titre que je me permets de le proposer.

Son emploi sera surtout avantageux dans les grandes fabrications, où l'on cherchera à réunir les avantages inappréciables de la continuité. Je supposerai aussi qu'il est lié à un système de petites chaudières de défécation contenant chacune 500 litres nets des dépôts et des écumes. Celles-ci, pour le service de l'appareil de concentration que je vais décrire, devront être au nombre de 3 qui, fournissant une charge chacune, toutes les demi-heures, donneront ainsi ensemble 1000 litres de jus, déféqués à l'heure, ou 24000 litres en 24 heures.

J'ai constaté, par l'expérience, que le sirop, pour subir une évaporation convenable, ne doit jamais présenter dans les chaudières une couche

Digitized by Google

réduite à plus de 5 centimètres de hauteur (1); c'est là le minimum de réduction auquel on puisse l'amener sans danger; car, après cela, l'ébullition ne s'opère plus bien, et, pour peu que la chaudière porte quelques bosses ou aspérités, celles-ci peuvent devenir autant de points d'attache et de caramélisation. Voilà d'abord une donnée qui devra nous servir dans la construction de notre appareil.

De plus, nous savons que, pour produire le plus grand effet évaporant, nous devrons distribuer le jus sur la plus grande surface possible, mais que nous serons limités dans cette distribution par la réduction considérable que doit subir le volume du jus par la concentration. Ainsi, pour tirer parti de ce principe de la vaporisation, sans froisser la condition de la hauteur de couche réduite de 5 centimètres au minimum, il se présente un moyen bien simple; le voici : D'abord, nous distribuerons le jus sur une surface telle, qu'il ne pourra pas y achever son éva-

(1) Cette hauteur réduite est seulement applicable aux chaudières de petit calibre, comme celui qu'on donne ordinairement aux chaudières à bascules; car si elles étaient de grande dimension, cette hauteur minime devrait être portée, comme nous l'avons déjà dit précédemment, à un décimètre.

Digitized by Google

poration ; puis, lorsque la couche y sera réduite à 5 centimètres, nous transporterons ce même jus sur une surface plus petite où elle pourra par conséquent subir une nouvelle évaporation; puis, lorsqu'elle aura de nouveau subi, sur cette surface, une réduction à 5 centimètres, nous la transporterons encore sur une autre, et ainsi de suite. Cependant, il est convenable de limiter ce nombre de transvasemens, parce que si on les multipliait trop, cela compliquerait nécessairement les appareils et la main-d'œuvre; il faut donc ici un juste milieu, c'est-à-dire l'utile. Ainsi, j'ai reconnu qu'avec trois surfaces, c'est-à-dire avec des chaudières de trois calibres, qui recevraient successivement le jus, on obtiendrait un bon résultat, c'est-à-dire que le jus, par cette disposition, pourrait n'être exposé au feu de la concentration qu'une heure et demie. Si l'on voulait obtenir un effet plus prompt, on ne pourrait le faire qu'en multipliant davantage le nombre des chaudières. Mais, je le répète, cela sera inutile; car une évaporation faite en une heure et demie présente un milieu raisonnable.

Comme nos chaudières de défécation ne contiennent que 500 litres, nous supposerons qu'on opère sur cette quantité opération à opération, et nous la recommanderons même comme une proportion favorable à l'économie du système.

Digitized by Google

Mais, avant d'aller plus loin, voyons à évaluer, le plus exactement possible, la quantité d'eau que nous avons à enlever en vapeurs à ces 500 litres de jus. Pour cela, supposons au jus déféqué la richesse moyenne de 6° ou 1042 grammes au litre froid, et admettons que nous pousserons la concentration jusqu'à ce que le jus ait acquis une densité de 30° froid ou 1256 grammes au litre. Maintenant, avec ces données, évaluons la quantité d'eau d'après les moyens connus.

Composition de 500 litres de jus à 6° ou 1042 grammes au litre.

	En poids.	En volume.
Sucre.....	63 kilog.	42 décim. cubes.
Eau.......	458	458
	521 kilog.	500 lit. ou décim. cubes.

Composition d'un litre de jus à 30° ou 1256 grammes.

	En poids.	En volume.
Sucre....	768 grammes.	512 cent. cubes.
Eau......	488	488
	1256 grammes.	1000 cent. cubes.

D'après ces compositions, nous voyons que les 500 litres de jus à 6° contiennent 42 décimètres cubes de sucre et autre matière solide, dont nous pouvons évaluer la densité moyenne, sans

Digitized by Google

grande erreur, a 1500 grammes au décimètre cube, et que cette matière solide y est dissoute dans 458 litres ou kilogrammes d'eau. Pour savoir à quelle quantité d'eau ils resteront unis après la concentration à 30°, il suffit d'établir la proportion suivante :

$$512 : 488 :: 42 : x = \frac{488 \times 42}{512} = 40.$$

On voit par-là que les 42 litres de matière solide contenue dans les 500 litres de jus ne seront plus mêlés qu'à 40 litres ou kilogrammes d'eau lorsque le jus sera réduit à 30°, et le volume sera alors réduit à 82 litres, c'est-à-dire à peu près au sixième, ce qui est conforme aux résultats fournis par l'expérience. Nous aurons donc à évaporer, pendant la concentration, 500 — 82; soit 418 kilogrammes d'eau.

Partons encore ici de cette donnée, déjà présentée plus haut, que nos chaudières évaporatoires ne seront chauffées que par leur fond; que leurs foyers seront construits de telle sorte que tout ce fond sera exposé à l'action directe du combustible; et que nous obtiendrons, par ce moyen, une vaporisation d'un kilogramme d'eau par décimètre carré de surface chauffée.

En adoptant des chaudières de trois calibres pour opérer la concentration des 500 litres de jus,

Digitized by Google

et partant la vaporisation de 418 kilogrammes d'eau en une demi-heure, j'ai supposé que ces chaudières fonctionneraient simultanément, et d'une manière continue. Il faudra donc qu'elles soient toutes déchargées et rechargées toutes les demi-heures. Mais, pour faire cela avec succès, il faut qu'il y ait une harmonie telle entre leurs surfaces de vaporisation, que celles-ci soient proportionnées exactement aux quantités de liquide reçues par chacune d'elles, et à l'effet évaporant qu'elles doivent produire. Cette division harmonique serait très facile à obtenir par le calcul; il suffirait, par exemple, de diviser le nombre 418 en 3 parties, telles qu'elles soient à ce nombre comme 2, 4 et 8 sont à 14, par exemple, ce qu'on obtiendrait à l'aide des proportions. Mais ici je ne prendrai pas seulement le calcul pour base, et je prendrai de plus les élémens propres à l'établissement des surfaces de vaporisation proportionnelles dans la pratique et l'expérience. Ainsi, je donnerai à la chaudière qui doit recevoir les 500 litres de liquide pour leur faire subir la première vaporisation, une surface de vaporisation ou un fond égal à 500 décimètres carrés : là le jus sera distribué sous une couche de 10 centimètres de hauteur; et, comme il ne devra y rester en ébullition que pendant une demi-heure, après ce temps il y aura perdu 250 litres

Digitized by Google

ou kilogrammes d'eau, et il y sera ainsi réduit à une couche de 5 centimètres. De là le jus sera transvasé dans une seconde chaudière, qui ne présentera qu'une surface de vaporisation ou un fond égal à 250 décimètres carrés de surface ; là il sera distribué sous une couche de 10 centimètres comme dans la première, et, après une demi-heure d'évaporation, il sera aussi réduit à 5 centimètres, et aura perdu 125 kilogrammes ou litres d'eau. Il restera donc alors 125 litres de sirop, qui seront portés dans une troisième chaudière, qui présentera un fond de 125 décimètres carrés en surface. Ce fond sera capable, en une demi-heure, d'un effet évaporant égal à 62 $\frac{1}{2}$ litres ou kilogrammes d'eau, ce qui porterait la quantité totale d'eau évaporée à 437 $\frac{1}{2}$ litres ou kilogrammes, tandis que nous n'avons besoin que d'en évaporer 418. J'ai donné, à dessein, à cette dernière chaudière, une dimension plus grande qu'elle ne doit l'avoir pour évaporer les 43 litres d'eau, qui représenteraient sa fonction, parce qu'elle doit servir à la clarification, et que cette opération exigera à peu près un quart d'heure. Ainsi, on ne pourrait guère compter que sur une vaporisation d'un quart d'heure dans cette dernière chaudière, et par conséquent sur la vaporisation voulue de 43 litres ou kilogrammes d'eau.

Digitized by Google

Il est facile de voir, par ce simple exposé, qu'une semblable disposition, que j'appellerai *batterie-évaporatoire*, remplira toutes les conditions voulues pour obtenir de bons résultats. J'ai dit que le fond de la première chaudière devrait avoir 500 décimètres carrés de surface; la deuxième, 250; et la troisième, 125.

On pourra s'apercevoir que si l'on faisait une chaudière de 500 décimètres carrés de surface, ou même de 250, elle aurait une dimension que j'ai déjà condamnée dans ce chapitre; mais rien de plus simple que d'éviter ce défaut des grands instrumens dans le cas qui nous occupe : c'est de remplacer la grande chaudière, que j'appellerai n° 1, par quatre plus petites, qui présenteront chacune 125 décimètres carrés de surface; le n° 2 serait également composé de deux chaudières de même calibre; et le n° 3 n'aurait qu'une chaudière, aussi de 125 décimètres carrés de surface : de cette manière on n'aurait qu'un modèle. Voyez, pour la forme qu'on doit donner à cette chaudière, planche 5, les figures 4 et 5, qui présentent la chaudière à bascule destinée à la cuite. La chaudière d'évaporation que nous recommandons ne diffère de celle-là que par la dimension, qui, d'après nos données, doit être un peu plus grande pour les unes que pour l'autre.

Toutes ces chaudières seraient à bascules, et

Digitized by Google

disposées et étagées comme je l'ai représenté en *j*, planche 6, figures 1 et 3; et l'on peut concevoir, par l'inspection de ces figures, que rien n'est plus facile que les transvasions dans cette disposition; en effet, on l'opère à l'aide de poulies mouflées; et la disposition des becs est telle que les quatre chaudières n° 1 se déversent deux à deux dans les deux chaudières n° 2, et que celles-ci se réunissent dans le n° 3.

Quant à la hauteur à donner à ces chaudières, 3 décimètres seront plus que suffisans, puisqu'elles ne seront jamais chargées à plus d'un décimètre de hauteur, et que les deux décimètres excédens seront bien suffisans pour le montage (1).

Le diamètre est facile à calculer d'après la surface du fond, qui est pour toutes de 125 décimètres carrés. Il devra être de 1266 millimètres de diamètre, ce qui présente une dimension très convenable, et facilement exécutable et maniable. Il en faudra donc, pour une batterie telle que nous venons de la décrire, sept semblables, qu'on devra confectionner en cuivre solide. On pourrait, sans inconvénient bien grand, si on le désirait, employer seulement deux chaudières au lieu de quatre pour le n° 1 de la batterie.

---

(1) On appelle *montage* la mousse ou le bouillon que le jus donne par son mouvement d'ébullition.

Digitized by Google

Alors chacune de ces chaudières présenterait 250 décimètres carrés de surface, et leur diamètre, d'après cette donnée, serait $1^{m},8$.

Il serait possible aussi que les besoins d'une fabrique ne comportassent pas la batterie de sept chaudières que je viens d'indiquer, ainsi que je l'expliquerai plus loin en traitant de la manœuvre de cette batterie. Voyez à cet égard la section où je traite cette matière, pour les changemens qu'il serait convenable d'y apporter, en cas que l'on voulût réduire les dimensions de la batterie.

SECTION II.

Des accessoires des chaudières évaporatoires.

Dans les appareils évaporatoires ordinaires à chaudières fixes, celles-ci ne devront être chauffées que par le fond; et la grille, pour obtenir l'effet que j'ai indiqué, d'un kilogramme de vapeur à l'heure, devra être à peu près de la même dimension que ce fond. Il en sera de même dans la batterie évaporatoire que j'ai proposée. Dans l'un et l'autre cas, les bâtis des fourneaux doivent être construits avec solidité, armés de ferrures sur les arêtes et garnis sur les plats supérieurs de feuilles de cuivre.

Il faut toujours, pour le service de la concentration, une écumoire proportionnée à la dimen-

Digitized by Google

sion de la chaudière, et, autant que possible, une écumoire par chaque chaudière. Il faut aussi quelques bons aréomètres qui servent à indiquer d'une manière uniforme et constante le point de concentration, pour guider l'ouvrier.

Si l'on adoptait la batterie évaporatoire que j'ai recommandée, il faudrait, de plus, une poulie mouflée armée de sa corde par chaque chaudière.

Chaque chaudière évaporatoire doit aussi avoir un vase en bois ou en poteric, dans lequel on dépose les écumes qu'on enlève pendant la concentration.

SECTION III.

Manœuvre de la concentration.

J'ai déjà dit, plus haut, que les appareils de concentration doivent, autant que possible, être disposés de telle sorte, que le jus clair de la chaudière de défécation puisse y arriver naturellement par une pente. Cette disposition économise la main-d'œuvre, et doit toujours être préférée, quand on peut la pratiquer, quel que soit du reste le système d'évaporation adopté. Si l'on ne voulait ou ne pouvait pas user de ce moyen, il faudrait se servir d'une pompe ou de tout autre mécanisme propre à transvaser le jus des chaudières de défécation dans celles de concentration.

Digitized by Google

La manœuvre de la concentration est extrêmement simple dans les appareils ordinaires; elle est un peu plus compliquée dans la batterie évaporatoire : je crois convenable de décrire ces manœuvres isolément, et c'est ce que je ferai ci-après; mais, comme il existe quelques soins à donner au sirop, et que ces soins sont communs à tous les appareils, je crois convenable de les indiquer d'une manière générale.

Lorsque le jus sort de la chaudière de défécation pour entrer dans les chaudières de concentration, il mousse presque toujours fortement; mais cette mousse n'est souvent que le résultat de la chute du jus dans l'air, et elle est d'autant plus considérable que cette chute est plus grande; on ne devra pas, dans ce cas, y avoir égard. Cependant si cette mousse, au lieu de s'éteindre promptement, avait de la consistance; si elle était grasse et onctueuse au toucher, ce serait un indice que le jus aurait été mal déféqué. Dans la chaudière de défécation, le jus peut souvent retomber, pendant le repos, de la température de 80° à celle de 50 à 60°, surtout quand on opère sur de grandes masses; on doit alors, en effet, prolonger ce repos pendant deux heures. Ce jus n'entre donc jamais de suite en ébullition dans la chaudière de concentration, et, avant de prendre son bouillon, il se couvre d'une écume blanche dont il est convenable de favoriser

Digitized by Google

la formation en ne poussant pas trop le feu au commencement; cette écume est formée par une matière albumineuse qui se coagule, qui enveloppe ainsi toutes les molécules ténues qui restent encore en suspension dans le liquide, et les entraîne à la surface avec elle. Cette écume est ordinairement blanche; elle est grise quand le jus n'a pas coulé parfaitement clair, et qu'il retient encore des grumeaux de défécation bien sensibles à l'œil. Cette circonstance, qui est un accident, se présente quelquefois : dans le soutirage au clair, en effet, comme nous l'avons expliqué, en traitant de la manœuvre de la défécation, le jus doit couler clair jusqu'à la fin; mais il arrive quelquefois que, pendant la durée de ce soutirage, le jus se trouble momentanément, et l'ouvrier le plus exercé ne peut pas empêcher que, dans ce cas, il ne se mêle un peu de jus trouble au clair. C'est ce mélange de trouble qui donne aux écumes une teinte grisâtre; et c'est aussi surtout dans ce cas qu'il faut favoriser la formation des écumes par tous les moyens possibles, parce que si le jus n'était pas bien limpide au commencement de la concentration, celle-ci ne marcherait pas aussi bien. Pour favoriser la formation des écumes, quand l'accident dont je viens de parler se présente, on peut ajouter avec succès un

Digitized by Google

peu de sang, ou de blanc d'œuf délayé, au jus, immédiatement à sa sortie de la défécation. Alors des écumes plus abondantes et plus solides se forment ; et il faut avoir soin, dans ce cas, de diriger l'action du feu de telle sorte que le bouillon ne paraisse que sur un point de la surface du liquide, et cela avec peu de véhémence, parce que, s'il n'en était pas ainsi, l'écume pourrait être retournée dans le liquide, d'où l'on ne pourrait plus l'enlever que par filtration ou précipitation, et c'est ce qu'il faut soigneusement éviter. A cet effet, on peut, lorsque le feu est trop fort, ouvrir la porte du fourneau, le couvrir en partie avec des charbons menus et mouillés, ou même y jeter de l'eau. Avec cette précaution, le bouillon continue doucement ; il ramène à sa surface de nouvelles écumes qui s'attachent aux autres, il les refoule toutes et sans secousse vers les parois de la chaudière, d'où on les enlève avec précaution à l'aide d'une écumoire. Alors, quand toute cette première écume est bien enlevée, on pousse le feu, et l'on active ainsi la concentration. Pendant la durée de celle-ci, il se présente encore de temps en temps quelques plaques d'écumes qui se réfugient toujours sur les points de la chaudière où l'ébullition est la moins tumultueuse, et il est convenable aussi de les enlever.

Pendant la durée de l'évaporation, il arrive

Digitized by Google

toujours que le jus, à certaines époques qu'on ne peut préciser, parce qu'elles changent souvent, a une grande propension à monter. Cette disposition est d'autant plus grande, que le jus est de moins bonne qualité, ou qu'il a été moins bien déféqué; cependant elle est générale à tous les jus, mais, je le répète, avec des intensités inégales. Ce montage consiste dans une foule de bulles, formées par le dégagement de la vapeur et la viscosité du jus qui est assez grande pour résister, sous forme de pellicules, à la tension qu'a celle-ci pour se dégager: ces bulles se succèdent ainsi les unes aux autres, et forment une couche telle, qu'elles sortiraient de la chaudière, si l'on n'avait pas le moyen de les détruire.

Le moyen le plus simple consiste à y jeter un corps gras, comme de l'huile, du suif, du beurre, etc.; mais cette dernière matière est généralement préférée. Aussitôt que le corps gras a touché les bulles, il se fond, se distribue à la surface du liquide sous une couche très mince en raison de sa pesanteur spécifique; et, comme il est immiscible à l'eau, il détermine dans les bulles une solution de continuité qui les crève. Aussi remarque-t-on son effet aussitôt qu'on l'a jeté dans la chaudière; la mousse s'affaisse et la surface du jus reparaît. Il faut souvent répéter ce remède plusieurs fois dans le cours d'une concentration.

Digitized by Google

Lorsque le jus est mal déféqué, il peut arriver que le beurre ne produise que peu ou point d'effet sur la mousse. Ceci peut servir aussi de caractère pour guider le fabricant dans l'opinion qu'il doit avoir de ses opérations. Alors il n'y a d'autre moyen d'empêcher la chaudière de déborder, que d'agiter fortement la mousse avec un mouveron, pour crever les bulles mécaniquement; souvent même, pour aider cette manœuvre et éviter la perte du sirop, il faut, malgré le mouvage, couvrir le fourneau pour atténuer l'effet du feu, et, quelquefois aussi, l'on doit encore l'atténuer par des charbons mouillés ou par de l'eau qu'on jette dessus.

J'ai dit, en décrivant la défécation, que celle-ci ne donnait le plus souvent en jus clair que des $\frac{6}{7}$ aux $\frac{7}{8}$ de sa masse, et que le reste, qui était écume, devait être jeté dans un filtre pour se dépouiller, par ce moyen, de la plus grande quantité de jus qu'il puisse donner sans effort. Le jus recueilli de cette filtration ne peut pas, ordinairement, entrer en chaudière de concentration avec le jus même qui a fourni les écumes, parce qu'il n'est pas coulé en temps utile pour cela; de sorte qu'on doit le mettre dans la chaudière suivante. Ainsi, dans un travail continu, le jus des écumes d'une défécation est évaporé avec le jus clair de la défécation qui suit.

Digitized by Google

On doit mettre ce jus des écumes en concentration au commencement de l'opération et avant d'écumer. Il en serait de même de celui qu'on retirerait du magma resté sur le filtre, si on soumettait ce magma à la presse pour l'épuiser de tout le suc qu'il contient. Ce jus, plus que celui qui est donné par la chaudière, aurait besoin d'être écumé avec soin. Il ne serait donc pas raisonnable de le jeter dans les chaudières de concentration qui seraient en pleine ébullition, comme on le fait dans beaucoup de fabriques.

Pour vérifier le point où le jus est arrivé à une concentration convenable, et où l'on doit cesser de l'évaporer, l'ouvrier doit se servir de l'aréomètre : cet instrument ne lui sert, d'ailleurs, que de point de vérification; car il sait à peu près reconnaître ce point par le temps qu'a duré la concentration et par la réduction du volume.

Voilà à peu près à quoi se réduisent les généralités que nous avions à exposer sur la manœuvre de la concentration : arrivons maintenant à ce qui est, sous ce rapport, particulier au système d'appareils.

1°. *Manœuvre de la concentration avec les appareils ordinaires.*

Ces appareils évaporatoires se composant, comme je l'ai dit précédemment, d'une ou

Digitized by Google

de plusieurs chaudières sur lesquelles on commence et achève l'évaporation, il suffit, lorsqu'on veut les mettre en activité, d'y recueillir le jus fourni clair par la chaudière de défécation ; d'y ajouter le jus filtré des dépôts de la défécation précédente ; de pousser le feu doucement au commencement ; d'y ajouter de l'albumine délayée, si cela est nécessaire, puis d'écumer avec soin.

Après cela il faut, pendant toute la durée de l'opération, qu'un ouvrier soit préposé pour la surveiller et pour conduire le feu. Quand la chaudière monte en mousse, il faut que l'ouvrier ait auprès de lui du beurre ou un corps gras quelconque préparé pour être jeté daus la chaudière et affaisser cette mousse. Il faut aussi qu'il ait un mouveron sous la main, pour la battre quand cela est indispensable. La forme la plus convenable à donner à ce mouveron est celle que j'ai décrite précédemment pour agiter le liquide dans la défécation.

Lorsque le jus est arrivé au point convenable, c'est-à-dire, selon la marche généralement suivie, à 26° Baumé, bouillant, ou 30° froid, il est temps de procéder à la clarification, comme nous l'expliquerons ci-après.

2°. *Manœuvre de la concentration avec la batterie évaporatoire.*

Qu'on se rappelle la disposition que j'ai don-

Digitized by Google

née à cette batterie composée de sept chaudières à bascules, qui sont toutes d'un même calibre et d'une égale capacité; *voyez* la planche 6^{me}, fig. 1 et 3; quatre chaudières forment la première surface, elles sont numérotées 1 dans la fig. 1re, et je les nomme le n° 1. Deux viennent ensuite sur la deuxième ligne, et sont placées au-dessous des premières, et disposées de manière à recevoir leur charge par le simple mouvement de bascule; elles sont numérotées 2 dans la fig., et je les appelle n° 2. Puis, enfin, arrive la dernière sur la troisième ligne à un degré plus bas, de manière aussi à pouvoir recevoir le jus évaporé des deux chaudières n° 2; j'appelle cette dernière n° 3, ou chaudière de clarification; car elle servira aussi dans ce système à cet usage, comme je l'expliquerai plus loin.

Tout étant ainsi disposé, je suppose que l'on veuille commencer un travail. On chargera d'abord les quatre chaudières n° 1 avec le jus fourni par la défécation; on leur donnera, comme nous en sommes convenu, 125 litres à chacune, ce qui fera 500 litres pour les quatre, et ce qui absorbera le jus fourni par une chaudière de défécation. Alors, on allumera le feu, on ajoutera de l'albumine, s'il y a lieu, et l'on écumera. Pendant le temps que ces quatre chaudières seront en ébullition, on chargera les deux chaudières

Digitized by Google

n° 2 avec de l'eau, afin de pouvoir mettre le feu dans le fourneau ; et lorsque les quatre chaudières n° 1 auront subi l'ébullition voulue d'une demi-heure, on déchargera les chaudières n° 2 de leur eau dans le n° 3, puis on les chargera avec le jus des chaudières n° 1, qu'on remplira immédiatement d'une nouvelle charge de jus déféqué et précipité. Alors on mettra le feu sous le n° 3, et une demi-heure après la manœuvre que je viens d'indiquer on videra le n° 3 de l'eau qu'elle contient, puis on y basculera le sirop des deux chaudières n° 2; celles-ci seront de suite rechargées avec le sirop des chaudières n° 1 ; et celles-ci, enfin, recevront encore une nouvelle charge, et ainsi de suite. Ces chargemens et déchargemens devront s'opérer de demi-heure en demi-heure ; c'est-à-dire que les fonctions évaporantes des chaudières étant proportionnelles à leurs dimensions, ces chaudières devront toutes achever la besogne qu'on en attend dans le même laps de temps. Nous supposons ici qu'elles feront cette besogne en une demi-heure, parce que nous admettons que les fourneaux seront bien soignés, qu'on n'y laissera jamais ralentir la combustion, et qu'on les alimentera avec un charbon de terre de bonne qualité. Au demeurant, s'il arrivait que le combustible n'eût pas assez d'énergie, ou qu'on ne menât pas les foyers avec assez d'activité pour

Digitized by Google

obtenir la vaporisation, que j'ai supposée d'un kilogramme d'eau par décimètre carré de cuivre exposé à l'action du feu, rien ne changerait dans la marche simultanée des chaudières, c'est-à-dire que si l'une employait plus d'une demi-heure trois quarts d'heure, par exemple, pour faire la besogne qu'on en attend, toutes les autres exigeraient aussi le même laps de temps, et il n'y aurait de changement dans la manœuvre que dans les intervalles de décharge. Ainsi, dans ce cas, au lieu de basculer toutes les demi-heures, on le ferait tous les trois quarts d'heure; et alors le jus, au lieu d'achever son évaporation en une heure et demie, ne pourrait le faire qu'en deux heures et un quart. Tel est l'avantage de l'harmonie que j'ai recommandée et indiquée pour les surfaces de vaporisation, que, dans aucun cas, la marche d'un n° ne devra être en retard ou en avance sur les autres d'une manière tellement sensible que le jeu de la batterie soit entravé.

Dans un travail continu, ce sera la manœuvre de la chaudière n° 3, c'est-à-dire sa décharge dans des temps égaux et réguliers, qui dirigera la marche de l'appareil; car on conçoit qu'à cause de leur dépendance, les mouvemens de ces chaudières, qui ne peuvent se remplir et se vider que les unes par les autres, doivent nécessairement suivre les

Digitized by

mouvemens de la dernière, qui est destinée à rendre le jus suffisamment concentré. C'est donc vers le jeu de cette dernière chaudière que devra particulièrement se diriger l'attention du manipulateur chargé de la direction de la batterie ; car lorsque celle-ci marchera régulièrement, les autres devront aller de même.

Dans cette batterie évaporatoire, il sera également très utile d'enlever les écumes lorsqu'il s'en formera pendant la durée de l'évaporation, et cela sera d'autant plus facile que, dans les chaudières à bascules, le bec offre un refuge aux écumes qui viennent constamment s'y réunir. La petite dimension de ces chaudières et une circulation libre autour d'elles favoriseront aussi l'enlèvement de ces écumes et les autres manipulations utiles, telles que le mouvage, qui est nécessaire quand le jus n'est pas sensible au beurre. L'évaporation en petites masses présente d'ailleurs cet avantage remarquable que le sirop y est moins sujet à monter en mousse.

Dans la supposition probable, que j'ai admise, que chaque chargement et déchargement devrait s'opérer de demi-heure en demi-heure, on pourrait, en tenant compte de tout le temps nécessaire pour la mise en train, travailler, en 15 à 16 heures, 12,000 litres de jus. Si le travail était continu, on pourrait en travailler 24,000

en 24 heures. Ainsi, en supposant que le travail de l'année durât 4 mois ou 120 jours, et qu'on tirât 70 pour 100 de jus, il faudrait, pour alimenter une semblable fabrication, environ 2 millions de kilogrammes dans le premier cas, et 4 millions dans le second. Si l'on compare l'exiguité des appareils à l'importance de ce travail, on y trouvera l'un des exemples frappans des avantages de la continuité, qui permet toujours, avec un appareil donné, de faire un plus grand travail que par toute autre méthode.

On m'objectera, à ce sujet, que l'appareil que j'ai décrit ne convient qu'à une grande exploitation, et que, par là même, il ne pourrait convenir à une petite fabrique où l'on ne voudrait travailler, en 4 mois, qu'un million de kilogrammes. Cela est vrai, mais le système n'en est pas moins applicable à ce dernier cas, et l'on pourrait le faire de plusieurs manières; j'en recommanderai une qui est extrêmement simple, et à laquelle la manœuvre que je viens de donner serait exactement applicable. Il suffirait en effet, pour cela, de diminuer le nombre des appareils. Ainsi, au lieu de 4 chaudières n° 1, on en prendrait seulement 2, qui ne recevraient ainsi qu'une charge de 250 litres, charge sur laquelle on opérerait alors la concentration. Ces 250 litres, après une demi-heure d'évaporation, seraient basculés

Digitized by

dans une seule chaudière, qui constituerait le n° 2 ; puis ensuite ce n° 2 serait suivi d'une petite chaudière n° 3 dont le fond ne présenterait qu'une surface de 62 décimètres carrés. De cette manière, la batterie se composerait de 4 chaudières seulement, dont 3 de 1266 millimètres de diamètre et 1 de 941 millimètres.

Avec cet appareil on pourrait, en 15 à 16 heures de travail, expédier 6,000 litres de jus ou 12,000 en 24 heures. Cette dimension serait convenable pour une petite fabrication; en effet, nos petites fabriques ne travaillent pas moins de 5 à 6,000 litres de jus par jour. On ne pourrait guère le réduire davantage, parce que alors la chaudière n° 3 deviendrait tellement petite, et la quantité de jus qu'elle fournirait tellement faible, que la clarification deviendrait une façon très gênante.

CHAPITRE VII.

Clarification du sirop.

La clarification a pour objet de séparer le suc concentré à 30° à peu près, des matières qu'il retient en suspension, et de plus, de lui enlever, par des agens clarifians, le plus de matière colorante et d'autres substances étrangères qui se trouvent dans le jus ou se forment pendant la concentration, et qui altèrent le sucre. La clarification est une opération utile et indispensable; elle est interposée entre la concentration et la cuite, qui n'est qu'une suite de la concentration, et qui, sans la clarification, serait impossible. On doit donc apporter à cette opération des soins tout particuliers : car elle offre, outre les avantages que je viens d'exposer, ceux de permettre de corriger en quelque sorte ou de pallier les fautes qu'on aurait commises à la défécation.

La clarification peut être divisée en deux opérations distinctes, l'une chimique, qui a pour objet de traiter le sirop par les agens clarifians,

Digitized by Google

tels que le charbon animal, l'albumine, etc.; et l'autre mécanique, qui a pour but de séparer du sirop le charbon et les matières solides agglomérées par l'albumine. Cette dernière opération, qui peut s'effectuer par précipitation, ou mieux par filtration, sera l'objet d'un chapitre particulier à cause de son importance; nous la distinguerons donc de la clarification proprement dite, que nous appliquerons uniquement à l'opération chimique; ce sera de celle-là seulement qu'il sera question dans ce chapitre, et toutes les fois que nous avons parlé de clarification, ou que nous en parlerons dans la suite, ce sera elle que nous voudrons désigner.

Pour mettre de l'ordre dans notre description, nous allons traiter successivement dans les sections suivantes, 1° De la chaudière de clarification, 2° Des agens clarifians, 3° Enfin de la manœuvre de la clarification.

SECTION PREMIÈRE.

Chaudière de clarification.

Une chaudière est le seul appareil utile pour la clarification proprement dite, et elle est indispensable, parce que l'action des agens chimiques qu'on emploie pour cette opération, a besoin d'être favorisée par la chaleur. On pourrait pren-

Digitized by Google

dre, pour cet objet, une chaudière spéciale, mais la clarification succédant immédiatement à la concentration qui livre le sirop bouillant, exige par là même si peu de temps, qu'une chaudière uniquement destinée à cette opération serait la majeure partie du temps dans l'inaction, même dans un travail continu. Aussi, je ne sache pas qu'on ait adopté cette méthode ailleurs que chez Mgr le duc de Raguse, où la chaudière à clarifier contient autant que celle à évaporer; on y réunit le résultat de six défécations pour opérer une clarification.

Dans les fabriques où deux chaudières de concentration font le service pour une de défécation, c'est l'une de ces deux chaudières qui fait fonction de chaudière de clarification; et à cet effet, quand la concentration est arrivée à la densité aréométrique convenue, on vide l'une des deux chaudières dans l'autre; tout le sirop se trouve ainsi réuni dans une seule, et l'on procède à la clarification, comme nous le dirons plus loin.

Dans la batterie évaporatoire que nous avons décrite, c'est le n° 3 qui est destiné à la clarification. Nous avons pu remarquer plus haut que je lui ai donné une surface de vaporisation plus grande que celle qui lui serait nécessaire pour produire son effet en une demi-heure, et cette surface est proportionnée de ma-

Digitized by Google

nière qu'elle puisse produire cet effet en un quart d'heure. Le jeu de cette chaudière étant lié à celui de la batterie, où chaque transvasement doit s'opérer de demi-heure en demi-heure, il en résulte que le n° 3, ou chaudière de clarification, aura toujours, dans un travail continu, un quart d'heure pour subir les diverses manipulations que commande cette opération, et ce laps de temps est plus que suffisant.

Les appareils accessoires de cette chaudière, sont : 1° un aréomètre; 2° une écumoire; 3° un mouveron; 4° un vase en bois pour doser le charbon animal; 5° un autre vase pour délayer le sang de bœuf ou le lait.

1° L'aréomètre est un pèse-sirop ordinaire, gradué d'après l'échelle de Beaumé. Il sert à déterminer le point de concentration voulu pour la clarification.

2° L'écumoire doit être à peu près de la même dimension que l'écumoire de cuite. Elle sert à observer le jus, pour reconnaître si les grumeaux ou matières solides sont bien séparés du liquide. On pourrait la remplacer, dans cet usage, par une cuiller dont on ferait usage comme nous l'avons expliqué précédemment en décrivant la défécation, et comme nous le répéterons plus loin en donnant la manœuvre de la clarification.

Digitized by Google

3° Le mouveron peut avoir la forme d'une spatule; il doit être en bois, et il sert à agiter le jus pour bien le mélanger avec les agens clarifians.

4° Le vase en bois, pour le charbon, sert à le mesurer; il doit être proportionné à la quantité qu'on doit en mettre dans chaque clarification, de manière qu'il n'y ait qu'à l'emplir. Ainsi, il faudra d'abord peser cette quantité que nous indiquerons; puis établir un vase qui, rempli bord à bord, contienne à très peu près le poids voulu.

5° Le vase pour le sang, ou le lait, sert à délayer ces agens dans la quantité d'eau voulue, et il doit avoir une dimension proportionnée à la quantité de jus sur laquelle on opère. Un seau ordinaire peut très bien servir à cet usage.

SECTION II.

Agens clarifians.

Le but de la clarification étant non-seulement d'enlever au sirop concentré, les matières solides qui se sont précipitées pendant l'évaporation, mais encore de précipiter, autant que possible, et le principe colorant du sirop et les matières étrangères qui accompagnent le sucre, on a essayé beaucoup d'agens et beaucoup de

Digitized by

procédés pour obtenir ce résultat ; mais, de tous les moyens, il n'en est pas de plus simple que ceux qui résultent de l'emploi bien entendu du charbon animal et de l'albumine ou de la matière caséeuse ; c'est pourquoi je recommanderai particulièrement ces agens pour la fabrication du sucre de betteraves. Nous nous bornerons donc ici à parler de ces agens clarifians simples, nous réservant de traiter la clarification avec plus de développement dans l'Art du Raffineur de sucre, que nous publierons incessamment.

1° *Des charbons.*

La première observation qui ait été faite sur la propriété des charbons est due à Lowitz, et remonte à la fin du siècle dernier. Ce savant avait reconnu que le charbon de bois avait la propriété, non-seulement de décolorer les liquides, mais encore de les désinfecter. Plus tard, vers 1811, M. Figuier publia les résultats d'expériences qui démontraient que le charbon animal jouissait de propriétés décolorantes bien plus énergiques que le charbon végétal.

Dès lors on dut naturellement consulter l'analyse chimique de ces deux espèces de charbons, pour expliquer la différence d'action qu'ils présentaient comme agens décolorans. On savait

Digitized by Google

que la constitution de ces deux charbons était très différente par le nombre et la nature des élémens; on savait que le charbon animal, moins riche que l'autre en carbone, contenait en outre une grande quantité de phosphate et de carbonate de chaux, et qu'on ne retrouve ces sels, surtout le phosphate, qu'en quantité très faible dans le charbon végétal. La première pensée eût été d'attribuer à ces sels la supériorité de propriété décolorante du charbon animal, si M. Figuier n'eût point démontré que ce dernier charbon, privé de phosphate et de carbonate, n'en avait pas une propriété décolorante moins intense.

Ce fut à cette époque que M. Ch. Derosne fit l'application du charbon animal au raffinage du sucre, et à la fabrication du sucre de betteraves, qui commençait alors à se répandre; et depuis ce temps, toutes les industries qui ont le sucre pour objet ont adopté l'emploi du charbon, et ont reçu de cet agent l'un des perfectionnemens les plus remarquables dont elles fussent susceptibles.

Cependant la théorie du mode d'agir des charbons dans la décoloration, était toujours dans l'obscurité. On ne doutait point qu'il n'existât dans les divers charbons des propriétés décolorantes très inégales, on savait qu'un charbon qui avait servi, lavé, calciné et employé de nou-

Digitized by Google

veau, ne recouvrait pas ses propriétés décolorantes primitives, mais l'on ne savait point le pourquoi de ces inégalités d'action.

La question des charbons en était là, lorsqu'en 1821, la Société de pharmacie de Paris la mit au concours, pour le prix de 600 fr., fondé par feu M. Parmentier. Voici comment furent établies les questions à résoudre :

« 1° Déterminer quelle est la manière d'agir du charbon dans la décoloration, et, par conséquent, quels sont les changemens qu'il éprouve dans sa composition pendant sa réaction.

» 2° Rechercher quelle est l'influence exercée dans cette même opération, par les substances étrangères que le charbon peut contenir.

» 3° Enfin, s'assurer si l'état physique du charbon animal n'est pas une des causes essentielles de son action plus marquée sur les substances colorantes. »

Ces questions devaient être résolues pour l'année 1822, et le prix devait être décerné dans la séance d'avril de cette même année.

Six Mémoires furent envoyés au concours, et la Société en distingua quatre, qui lui parurent avoir, dans leur ensemble, résolu complètement le problème de la décoloration par les charbons. Parmi ces quatre Mémoires, deux furent particulièrement distingués, 1° celui de M. Bussy,

Digitized by Google

qui obtint le premier prix de 600 fr.; 2° celui de M. Payen, à qui la Société jugea convenable de donner un second prix de 300 fr.

Ces deux Mémoires ont été publiés par la Société de pharmacie, avec le Rapport de la Commission nommée pour l'examen du concours. Cette commission était composée de MM. Guibourt, Couverchel, Lemaire-Lisancourt, et Pelletier, rapporteur. C'est de ce rapport que j'extraie les diverses notes que je publie ici.

Dans ce rapport, la commission réduit à huit propositions les divers résultats consignés dans les Mémoires, et avérés par l'expérience. Ces huit propositions peuvent être considérées comme autant de principes certains propres à établir la théorie de la décoloration par les charbons; c'est pourquoi je crois convenable de me borner à reproduire ici ces huit propositions, en renvoyant au Rapport lui-même et aux Mémoires de MM. Bussy et Payen, les personnes qui désireraient connaître les expériences qui ont amené ces huit conséquences fondamentales.

« 1re *Proposition.*—Le charbon agit sur les matières colorantes sans les décomposer; il se combine avec elles à la manière de l'alumine en gelée; on peut, en certaines circonstances, faire reparaître et disparaître la couleur absorbée.

« 2me *Proposition.* — Le charbon agit en raison

de l'état de ses molécules; le charbon mat et divisé chimiquement est toujours, quelle que soit sa nature, plus décolorant que le charbon brillant et comme vitrifié.

» 3me *Proposition.* — Le charbon animal, qui a servi à la décoloration, ne peut, par une simple calcination, acquérir de nouveau la propriété décolorante, parce que les molécules du charbon végétal, qui se forme par la décomposition des matières absorbées, recouvrent celles du charbon animal, comme d'une couche imperméable et vitreuse.

» 4me *Proposition.* — Les substances étrangères au carbone et particulièrement les sels terreux, n'ont, dans l'acte de la décoloration, qu'une action accessoire variable et dépendant particulièrement de la nature du liquide soumis à l'action décolorante du charbon.

» 5me *Proposition.* — On peut rendre au charbon qui a servi à la décoloration, la propriété décolorante qu'il a perdue, en enlevant les matières absorbées, au moyen d'agens chimiques, ou, dans certains cas, au moyen de la fermentation.

« 6me *Proposition.* — On peut obtenir un charbon végétal doué de la propriété décolorante à un degré très marqué en ne charbonnant les matières qu'après les avoir mélangées avec des substances qui puissent s'opposer à l'agrégation des mo-

Digitized by Google

lécules charbonneuses, telles que les os calcinés à blanc, la pierre ponce, etc.

» 7[me] *Proposition.*—On peut obtenir avec les matières animales molles des charbons décolorans égaux en force à ceux des matières solides, en usant des moyens indiqués dans la proposition précédente.

» 8[me] *Proposition.* — Les alcalis fixes confèrent au charbon la propriété décolorante à un haut degré, en atténuant leurs molécules, ce qui a lieu surtout lorsque le charbon contient de l'azote, qu'il peut perdre par sa calcination avec les alcalis. »

On a dû remarquer que, dans tous ces résultats, il n'est question du mode d'agir des charbons que sur la matière colorante. Cependant, il est bien démontré, par de nombreuses expériences, que le charbon animal, dans la fabrication du sucre de betteraves ou dans le raffinage du sucre, a non-seulement la propriété de réagir sur la matière colorante, mais encore sur une matière étrangère et visqueuse analogue à la gomme, et de rendre, par là même, la cristallisation plus nerveuse et plus abondante.

M. Payen, seulement, dans une note qui se trouve à la fin de son Mémoire, a touché cette question. Voici comment il s'exprime en parlant des conséquences qu'on peut tirer de ses expé-

Digitized by Google

riences sur le mode d'agir des charbons : « On » peut conclure aussi, dit-il, que dans l'application du charbon animal au raffinage du sucre » son action se porte en même temsps sur les » matières extractives, puisqu'il favorise singu- » lièrement la cristallisation. »

La Société n'avait point mis cette question au concours, et les concurrens n'ont pas dû s'en occuper; il n'eût pas été moins intéressant, ce me semble, de rechercher en même temps la nature des matières autres que les colorantes sur lesquelles le charbon animal agit dans les dissolutions sirupeuses. Ces deux questions se liaient bien d'ailleurs, et nous avons tout lieu de regretter que la Société de Pharmacie n'ait pas demandé la solution de cette dernière. Nul doute qu'elle n'eût été résolue comme l'autre.

On se rappellera d'ailleurs que le charbon animal possède une propriété décolorante tellement supérieure à celle du charbon végétal, qu'il est, pour ainsi dire, le seul employé pour la décoloration des sirops. On saura, de plus, que sa fonction, dans cette circonstance, ne se borne pas seulement à décolorer, mais bien encore à réagir sur les matières étrangères, de manière à favoriser et à augmenter la cristallisation; de sorte que telle betterave, qui peut avec le charbon animal

Digitized by Google

rendre 4 $\frac{0}{0}$ de sucre brut, n'en rendrait pas 3 $\frac{0}{0}$ sans cet agent. Des différences analogues se présentent dans le raffinage du sucre, c'est-à-dire que là, un quintal de sucre brut rend plus de raffinés en étant traité par le charbon.

2°. *Des matières albumineuses.*

L'albumine est l'une des matières les plus répandues dans l'organisation animale, elle constitue la presque totalité de la matière solide du blanc d'œuf, et se trouve dans le sang en très grande quantité; c'est pourquoi ces deux corps, qu'on peut se procurer assez facilement dans le commerce, sont les seules matières albumineuses dont on se serve pour la clarification des sirops.

L'alcool, les acides et la chaleur ont la propriété de précipiter l'albumine de ses dissolutions. L'albumine alors se coagule sous forme de grumeaux qui nagent dans la liqueur et peuvent en être facilement séparés par précipitation ou par filtration. C'est cette propriété qui la fait particulièrement rechercher dans le raffinage du sucre, et dans les sucreries de betteraves. Là, on ne la coagule que par la chaleur, après l'avoir dissoute et distribuée sur toute la masse sirupeuse à clarifier; et, dans cet état, il est évident qu'en se coagulant elle enveloppe et entraîne avec elle toutes les matières ténues qui obstruent la lim-

Digitized by Google

pidité de la dissolution, et, de plus, elle réagit utilement sur la matière colorante, avec laquelle elle se combine en petite quantité à la vérité, mais cependant d'une manière sensible.

1°. *Des blancs d'œufs.* — Le blanc d'œuf est la matière qui, sous un volume donné, contient le plus d'albumine; M. Chevreul, en effet, a démontré que 100 parties de blanc d'œuf contiennent 15 parties d'albumine sèche. Les œufs seraient, à ce titre, le meilleur agent albumineux que l'on pût employer pour la clarification, si leur valeur ne leur donnait pas une infériorité sur le sang. Leur rapport clarifiant avec celui du sang, est à peu près de 5 œufs pour un litre de sang, et, si l'on compare la valeur de ces deux quantités de matière, on reconnaîtra que le sang est infiniment plus économique. Il n'est pas vrai d'ailleurs, comme on l'a affirmé souvent, que les œufs clarifient mieux que le sang; l'effet et le mode d'agir sont exactement les mêmes. Si l'on voulait se servir de blancs d'œufs, il faudrait avoir soin de les délayer dans une grande quantité d'eau avant de les verser en chaudière; ainsi 2 litres d'eau pour 5 œufs sont une proportion convenable; il faudrait aussi avoir soin de bien battre ce mélange, afin d'être certain que l'albumine est dissoute et distribuée uniformément dans toute la masse.

Digitized by Google

2°. *Du sang.*—Le sang, au sortir de la veine de l'animal, contient, outre l'albumine qui forme la presque totalité de sa matière pondérable, de la fibrine qu'il faut séparer; car si on ne le faisait point, le sang ne tarderait pas à se convertir en caillot qui ne pourrait plus être utile pour la clarification. Pour empêcher la formation de ce caillot, il faut, aussitôt que l'on a recueilli le sang, le battre fortement avec une verge formée de brins de bois; en peu de temps la fibrine se sépare sous forme de longs filamens, qu'on enlève facilement au sang, en le filtrant à travers un tamis de crin. Le sang, ainsi séparé de la fibrine, se conserve liquide un laps de temps indéfini; et il est essentiel de le préparer ainsi, car l'on est souvent exposé à devoir faire une provision de sang pour 10 ou 15 jours, ou même pour plus long-temps.

Le sang le meilleur pour la clarification, celui auquel on donne généralement la préférence, est le sang de bœuf, puis vient celui de vache, puis celui de mouton, puis celui de veau. Le sang du porc est rejeté comme mauvais. On peut reconnaître la qualité albumineuse du sang par sa densité; car on peut le considérer, à peu de chose près, comme un mélange d'eau et d'albumine; ainsi, en le pesant à l'aréomètre, on pourra facilement reconnaître sa richesse albumineuse.

Digitized by Google

J'ai reconnu, par expérience, que le sang de bœuf et de vache pèse 8 à 9° de Baumé; celui de mouton en pèse 7 à 8°, et celui de veau 5 à 6°. Il ne sera pas inutile de se servir de ce moyen de vérification, car dans toutes contrées où il y a des raffineries, il y a des hommes qui font métier de recueillir le sang, pour le livrer aux fabricans. Pour augmenter leur bénéfice, ils le délaient quelquefois dans une quantité d'eau telle, qu'il ne marque plus que 0 à l'aréomètre. J'ai été à même de faire souvent cette observation, et l'on conçoit que dans ce cas il faut des masses énormes d'un semblable liquide pour opérer un effet clarifiant. Ainsi, si l'on ne tenait pas compte de ce moyen de fraude, on serait souvent exposé à se tromper dans le dosage du sang.

Les dosages que j'indiquerai plus loin dans la manœuvre de la clarification, seront pris sur du sang à 7 ou 8°. Avant de l'employer, il faut toujours le délayer dans deux fois son volume d'eau au moins.

Une propriété remarquable de l'albumine que je dois signaler ici, est que, desséchée à une température peu élevée, elle se solidifie sans perdre la faculté de pouvoir être redissoute dans l'eau; tandis qu'il n'en serait pas de même de l'albumine coagulée par la chaleur, l'alcool ou les acides. On peut opérer la dessiccation de l'albumine à la

Digitized by Google

chaleur du soleil, ou dans des étuves, à une température de 30 à 40°.

M. Gay-Lussac a prouvé, récemment, dans un article inséré dans les Annales de Chimie, que les poudres livrées au commerce par M. Julien, pour la clarification des liqueurs alcooliques, ne sont rien autre chose que du sang et des blancs d'œufs desséchés, puis pulvérisés. Il est facile de concevoir par là comment elles clarifient les vins et les eaux-de-vie. Elles ne le font pas autrement que le sang ou les blancs d'œufs appliqués sans dessiccation préalable à ces liquides, où ils sont coagulés et précipités par l'alcool.

M. Ch. Derosne a aussi profité de cette propriété de l'albumine pour préparer une poudre clarifiante avec le sang de bœuf, et il la recommandé aux colons, pour leur faciliter l'emploi du charbon animal. M. Ch. Derosne veut introduire l'emploi de cet agent dans les colonies; et comme son emploi ne peut guère s'effectuer sans celui de l'albumine, et que l'on ne peut pas espérer de trouver, dans les colonies, une quantité de sang suffisante pour alimenter les travaux au noir, M. Ch. Derosne a conçu l'idée de lever cette difficulté en desséchant le sang en Europe, et en l'envoyant ensuite aux Antilles tout pulvérisé et prêt à être redissous dans de l'eau. M. Payen fabrique aussi une poudre pareille pour le même usage.

Digitized by Google

3°. *Du lait.*

Le lait, qu'on emploie pour la clarification, doit être écrémé, c'est-à-dire séparé de sa matière butireuse; dans cet état la majeure partie de sa matière pondérable autre que l'eau est celle propre aux fromages maigres, et qu'on nomme, pour cette raison, matière caséeuse ou caséum.

La matière caséeuse joue, dans la clarification, le même rôle que l'albumine du sang ou des blancs d'œufs; elle est précipitée; et comme elle se trouve disséminée dans toute la masse du sirop, elle agglomère et enveloppe dans sa précipitation toutes les matières ténues que le sirop retient en suspension. Elle forme ainsi une sorte de réseau spongieux qui, précipité sur un filtre, favorise une bonne filtration.

Il paraîtrait que dans les dissolutions sirupeuses, ce serait le sucre qui, à l'aide de l'ébullition, aurait la propriété de précipiter la matière caséeuse, et que cette précipitation ne serait le résultat que d'une simple action mécanique et non d'une combinaison. Au reste, ce qu'il y a de positif, abstraction faite de théories chimiques, c'est que le lait clarifie les sirops comme les matières albumineuses, c'est-à-dire qu'il y forme un coagulum d'autant plus divisé qu'il est distribué

Digitized by Google

sur une plus grande masse liquide. Nous avons dit précédemment que son pouvoir clarifiant en volume est à celui du sang :: 1 : 2.

La matière caséeuse est précipitée par les acides, et c'est sur cette propriété qu'est fondée la préparation du petit-lait et la clarification du vin et particulièrement du vinaigre par le lait.

La clarification des sirops, par le lait, présentera d'autant plus de facilités aux fabriques de sucre de betteraves, que celles-ci, liées aux exploitations rurales, y trouveront constamment cet agent clarifiant, qui au reste ne sera plus économique que le sang que dans le cas où la concurrence ferait payer chèrement ce dernier agent.

Le lait présente encore aux colonies un moyen facile d'adopter l'emploi du charbon animal. En effet, elles ne manquent pas de bestiaux à lait; et comme celui-ci peut très bien remplacer le sang, la pénurie de sang ne sera plus par là même un obstacle à la propagation du charbon animal.

SECTION III.

Manœuvre de la clarification.

Nous supposerons ici qu'on opère sur une quantité de sirop fournie par une défécation de 500 litres de jus, soit 82 litres. Si l'on opérait

Digitized by Google

sur une proportion plus grande, il suffirait d'augmenter proportionnellement les doses que nous allons indiquer de matières clarifiantes; du reste, les manipulations seraient les mêmes. Soit donc 82 litres de sirop concentré à 26° bouillant, ce qui correspond à 30° froid.

La concentration donnant le sirop bouillant, nous supposerons ici qu'il est à cette température. Il faudra d'abord essayer ce sirop par le tournesol et la violette, pour reconnaître dans quel état il est, et s'assurer par là même que les agens déféquans ont été employés dans des proportions convenables. Alors, s'il était avec excès d'acide, ce serait un grand mal, et il faudrait ajouter de la chaux, de manière à faire dominer cet alcali légèrement; je recommande cette manœuvre à laquelle on devra surtout éviter de s'exposer; je la recommande, dis-je, quoique je ne pense pas qu'elle puisse rétablir un sirop qui aurait bouilli avec excès d'acide; mais si le mal n'était pas trop grand, elle pourrait le pallier. Si, au contraire, le sirop en verdissant fortement le sirop de violette, ou en ramenant vivement au bleu le tournesol rougi par les acides, indiquait, par là même, un grand excès d'alcali, il faudrait le traiter par l'acide sulfurique délayé, de manière à n'y laisser qu'un léger excès d'alcali. Disons ici, à cet égard, que nous avons toujours recommandé jusqu'ici,

de laisser le sirop alcalin, parce que la neutralité absolue ne peut pas être obtenue. Or, des deux excès à choisir de celui d'acide ou de celui d'alcali, c'est ce dernier qui est préférable quand il est faible, comme n'étant que peu ou point pernicieux, tandis que l'autre l'est beaucoup.

Nous avons signalé, en traitant des divers modes de défécation, des expériences qui prouvent qu'on pourrait déféquer le jus avec excès de chaux, puis l'évaporer dans cet état, et enfin neutraliser à peu près l'excès de chaux à la clarification seulement. Les résultats de ces expériences ont été très bons, et nous ont démontré qu'un semblable procédé pourrait être utilisé; on sait aussi que je ne l'ai pas recommandé, parce que je me suis mieux trouvé de la méthode qui consiste à neutraliser à la défécation. Il résulte de ces considérations, qu'il faudra éviter, avec d'autant plus de soin, de neutraliser avec trop d'acide à la défécation, qu'on a toujours la ressource de la clarification pour ajouter de l'acide, comme je viens de le dire, quand cela est nécessaire.

Lorsqu'on s'est assuré que le sirop n'exige ni addition de chaux, ni addition d'acide, ou qu'on a effectué convenablement l'une ou l'autre de ces additions, on procède à la mise du charbon animal. A cet effet, on pèse 4 kilogrammes pour nos

Digitized by Google

82 litres, c'est-à-dire à peu près 5 kilogrammes par hectolitre de sirop, puis on le jette en chaudière; le sirop étant en ébullition, on l'agite avec le mouveron, puis avec l'écumoire on prend les masses de noir aggloméré qui viennent surnager à la surface, on les divise et on les mélange au liquide; lorsqu'on est assuré que le charbon est bien divisé dans la masse, on cesse d'agiter, et on laisse bouillir quelques minutes. Il faudra, pendant cette courte ébullition, s'assurer avec la spatule que le noir ne se précipite pas au fond de la chaudière, ce qui sera inutile quand le bouillon sera bien prononcé sur tous les points, parce que alors le noir, étant en suspension, est maintenu dans cet état par le fait seul du mouvement d'ébullition. On pourrait employer une dose plus grande ou plus petite de charbon; mais celle que je viens d'indiquer est une moyenne convenable. En général, plus le sirop sera bon, moins la dose de charbon devra être grande, *et vice versâ.*

Dans cet état, le sirop présente une masse légèrement bourbeuse et noire. Lorsqu'on y plonge l'écumoire et qu'on la retire verticalement, en observant sa surface, celle-ci ne présente que des stries de noir sans qu'aucune goutte de sirop ne présente un fond limpide. Il en est de même si on l'observe dans une cuiller, c'est-à-dire que

Digitized by Google

le précipité qui s'y forme ne laisse point de jus limpide. Si l'on voulait borner là la clarification et mettre le sirop à déposer, on ne pourrait, même avec beaucoup de temps, obtenir qu'une très petite portion de liquide clair; la même chose arriverait encore si l'on jetait le sirop, dans cet état, sur un filtre; il coulerait difficilement, et le filtre ne tarderait pas à être obstrué de manière à ne pouvoir donner qu'une petite quantité de claircc (tel est le nom qu'on donne, en raffinerie, au sirop clarifié).

C'est cet état bourbeux du sirop qui exige impérieusement l'emploi d'un agent qui permette à la clarification de s'effectuer, et c'est là la fonction la plus importante des œufs, du sang ou du lait.

Pendant que le noir produira son effet en chaudière, on devra préparer et délayer dans l'eau 8 décilitres de sang de bœuf, ou bien 4 œufs, ou bien encore 1 lit. 6 décil. de lait écrémé; ce qui établira la proportion de 1 lit. de sang, 2 lit. de lait, ou 5 œufs, par hectolitre de sirop. Alors on versera cette dissolution dans la chaudière, en ayant soin de brasser fortement la masse. L'ébullition aura été suspendue par cette addition, et l'on devra remuer jusqu'à ce que l'ébullition ait reparu, pour empêcher la précipitation des matières. A cette époque, on laisse bouillir quel-

Digitized by Google

ques minutes, et le sirop est ainsi disposé à être précipité ou filtré.

Pour s'assurer que la quantité d'albumine ajoutée est en proportion suffisante pour favoriser la filtration, il suffit de plonger l'écumoire verticalement dans la chaudière, puis de la retirer. Alors on observe le jus qui en découle, et si l'albumine a bien produit son effet, on doit remarquer des gouttes de sirop clair dans lesquelles nagent des flocons noirs grumeleux. On peut faire la même observation en prenant du jus dans une cuiller, et, pour que la clarification soit bonne, il faut que le sirop présente des flocons qui se précipitent facilement en laissant libre un jus clair et limpide. S'il n'en était pas ainsi, la quantité d'albumine ne serait pas suffisante, et l'on ne serait pas certain d'une filtration prompte et parfaite.

Dans ce cas, il est convenable d'ajouter une nouvelle dose d'œufs, de sang ou de lait, jusqu'à ce qu'on observe que les grumeaux, en se précipitant dans la cuiller, n'y laissent plus un jus noir et nébuleux. Cette vérification devra toujours être faite, et elle sera surtout utile au manipulateur dans tous les cas où il voudra varier les proportions de charbon animal. En effet, alors il faut aussi varier les proportions des autres agens; ainsi, plus on met de noir, plus il faut

Digitized by Google

d'albumine pour obtenir une bonne clarification.

Les sirops à grand excès d'alcali ne coagulent que peu ou point l'albumine à l'aide de la chaleur, parce que celle-ci trouve, dans les alcalis que la chaux peut introduire dans le jus, des agens qui forment avec elles des composés solubles, et empêchent, par là même, sa coagulation (1). J'ai été à même de remarquer sou-

(1) J'ai vérifié ce fait directement. J'ai déjà dit précédemment que la chaux mise dans le jus de betteraves en excès y fait naître une alcalinité qui peut être due à cette chaux, mais qui l'est toujours en grande partie à la potasse et à l'ammoniaque, qui se trouvent dans toutes les betteraves en combinaison avec l'acide oxalique. Dans l'évaporation, l'ammoniaque peut se vaporiser en tout ou en partie, mais la potasse et la chaux y restent, de sorte que si l'on ne les neutralise pas par un acide avant d'employer l'albumine, celle-ci se combine avec elles. On savait déjà que la potasse et la soude formaient avec l'albumine des composés solubles; mais je ne sache pas qu'on ait reconnu l'action de la chaux. Cependant, d'après le dire de beaucoup de chimistes et de manufacturiers, et d'après des analogies mal observées, on s'imaginait que la chaux formait, avec l'albumine, un sel insoluble. J'ai fait à ce sujet des expériences directes, et j'ai reconnu que l'albumine n'étant précipitée de sa dissolution à chaud et à froid ni par la potasse, ni par la soude, ni par la chaux, ni par l'ammoniaque, la baryte est le seul oxide alcalin qui

Digitized by Google

vent ce fait dans mes opérations de raffinage et dans la fabrication du sucre de betterave. J'en ai déjà cité un exemple, plus haut, en parlant de la défécation par le procédé français, où j'ai cité quelques expériences que j'ai faites chez Cafler. Là, effectivement, lorsque nous commençâmes nos expériences, Cafler ne traitait son jus qu'avec un grand excès de chaux; l'albumine n'y produisait pas d'effet, et la filtration était impossible. On a vu qu'en neutralisant le jus par l'acide sulfurique, l'albumine s'est coagulée, et la filtration s'est bien opérée; il fallait donc que, dans cette circonstance, l'alcali libre dans le jus s'emparât de l'albumine, et formât, avec elle, un composé soluble. Ce composé soluble a une grande viscosité, il la communique au sirop, et rend, par là même, la cuite très difficultueuse. C'est pourquoi la cuite peut servir à caractériser une bonne clarification, et l'on peut être certain que lorsque celle-ci sera mauvaise, la cuite marchera

---

la précipite. D'ailleurs, quand même la chaux eût précipité l'albumine, cela ne se fût pas présenté pour le sirop de betteraves, dont l'alcalinité, attribuée jadis à la seule chaux, appartient bien plus, comme mes expériences le prouvent, à la potasse que la chaux y met en liberté. Ainsi, dans ce cas, l'albumine doit être dissoute, et c'est ce qui arrive quand l'excès d'alcali est assez grand.

mal, montera beaucoup en mousse, et sera très exposée à brûler.

Je dois, à ce sujet, citer encore un fait qui m'est personnel. Il y a environ quatre ans, qu'étant chez mon ami Cafler, il rencontrait une difficulté extrême à cuire ses sirops. Ceux-ci, en effet, montaient en une mousse ténue, sur laquelle le beurre ne produisait aucun effet. Cafler alors travaillait à la chaux seule, qu'il employait en grand excès, et il est à remarquer que les jus qu'il ne pouvait pas cuire provenaient de clarifications dans lesquelles l'albumine n'avait pas grumelé. Je reconnus de suite la cause de cette difficulté, et j'engageai Cafler à supprimer l'emploi de l'albumine; nous eûmes, à cet effet, recours à une disposition de filtre que j'avais imaginée, et qui m'avait très bien réussi dans le raffinage. Je décrirai cette disposition dans l'Art du Raffineur; ne nous occupons donc ici que de la suppression de l'albumine, et admettons qu'elle est possible. Dès lors le jus traité par les mêmes proportions de chaux, mais sans albumine, supporta la cuite comme de l'eau; il n'eut pas besoin de beurre, ne brûla point du tout, et arriva à la preuve avec une grande facilité.

Ce fait prouve que l'excès de chaux seule facilite le travail de la cuite, et qu'il n'est nuisible à cette cuite que lorsque l'alcali est combiné avec

Digitized by Google

l'albumine. En ne conservant qu'un léger excès d'alcali, comme je l'ai recommandé, l'albumine se coagule bien, et l'on ne doit point alors la supprimer, parce qu'elle contribue beaucoup à la célérité et à la perfection des opérations qui suivent la clarification.

Les raffineurs préfèrent généralement, pour la clarification, le sang vieux au sang frais; il paraît aussi que cette préférence est motivée par la coagulation plus parfaite du sang vieux. On l'emploie même souvent dans un état où la putréfaction se manifeste par une odeur infecte, et cela ne nuit en aucune manière à la qualité des sirops, parce que l'odeur se perd à la chaleur.

Quelques personnes, en partant de l'analogie qui existe entre la clarification des vins et celle des sirops, qui sont tous les deux clarifiables par du lait, des œufs et du sang, avaient pensé que la gélatine, qui clarifie les vins, pourrait également servir aux dissolutions sirupeuses : mais c'est là une erreur très grande ; car la gélatine est bien précipitée dans les vins, par l'alcool et le tannin, mais l'absence de ces substances, dans le sucre, ne permet pas de le clarifier par la gélatine. Celle-ci, en effet, se dissoudrait dans le sirop, elle empâterait la cuite et la rendrait impraticable.

Dans les colonies, on a employé, pour la clarification, l'écorce de l'orme pyramidal, qui se

trouve en assez grande quantité dans ces contrées. Il paraît que cette écorce agissait par une matière albumineuse qu'elle contenait ; mais il ne paraît pas que son emploi ait produit quelques résultats satisfaisans, car on l'a abandonné (1).

Nous avons expliqué, plus haut, pourquoi les poudres clarifiantes de M. Julien peuvent servir à la clarification des sirops. Il n'y a d'inconvénient, dans l'emploi de ces poudres, pour cet usage, que leur valeur, qui n'est pas en harmonie avec la question économique.

Il paraît aussi que l'on a répandu dans le commerce, sous le nom de poudre clarifiante utile à la fabrication des sucres, une matière qui n'est autre chose que du sang desséché. Quelques fabricans pourraient être engagés à acheter de ces poudres à un prix supérieur à leur valeur, par le secret qui paraît envelopper encore leur nature, et je crois, à cet effet, devoir les prémunir ici contre cette

---

(1) On a remarqué, en effet, que son emploi rendait le sucre plus gras, plus pâteux et plus difficile à épurer. Cette circonstance tient probablement encore à une combinaison soluble de l'albumine végétale de l'écorce de l'orme pyramidal avec la chaux, qui est le seul agent déféquant employé dans l'Inde, et qui l'est toujours en excès. Je ne serais pas étonné que la canne contînt aussi de l'oxalate de potasse, et cela est même très probable.

Digitized by Google

spéculation. En effet, il n'est pas probable qu'un manufacturier trouve plus de bénéfice à acheter de ces poudres, qu'à employer du sang liquide, qui opère le même effet, et avec moins de main-d'œuvre.

CHAPITRE VIII.

Filtration.

Dans quelques fabriques, au lieu de clarifier le sirop à 30° de concentration, on le fait à une densité moins grande, à 20° par exemple ; et alors, après la clarification, on met le sirop à déposer dans des réservoirs, ou bien on le laisse précipiter dans la chaudière elle-même. Pour opérer cette précipitation, on sait qu'il faut que le jus ne soit pas très dense ; et en effet, si on voulait l'effectuer sur du jus à 30°, elle serait presque nulle, même après un laps de temps considérable. Je ne recommanderai donc point ici l'éclaircissement du jus par précipitation ; je ne fais que le signaler au fabricant comme un moyen essayé, et qui serait tout au plus digne d'attention, si l'on ne connais-

Digitized by Google

sait pas la méthode infiniment préférable de la filtration.

La filtration s'opère dans des appareils qu'il est important de décrire, puis après nous donnerons sa manœuvre.

SECTION PREMIÈRE.

Des filtres.

Le filtre réduit à sa plus simple expression, et dépouillé des formes variées qu'on peut lui donner, et des modifications qu'on peut lui faire subir, consiste en un blanchet de laine, de toile ou de coton, sur lequel on jette la matière à filtrer. Celle-ci n'étant qu'un mélange de liquide et de solide, dépose sur le tissu sa matière solide, tandis que le liquide passe à travers, et est reçu dans un réservoir disposé à cet effet.

Il existe un grand nombre d'arts où l'on a besoin de se servir de filtres. Ainsi, dans les opérations du confiseur, où les opérations présentent de l'analogie avec le cas qui nous occupe, c'est une simple chausse en laine, de forme conique, dans laquelle on jette le sirop trouble. Dans les laboratoires de chimie et de pharmacie, les grandes filtrations s'opèrent à l'aide de blanchets fixés sur des parallélogrammes rectangles en bois.

Digitized by Google

Dans l'art du raffineur, on se servait de filtre, même avant l'emploi du charbon animal. A cette époque, le sirop, après avoir été clarifié par élévation, c'est-à-dire par l'enlevage à l'écumoire des écumes, dont on favorisait la formation par les blancs d'œufs, ce qui était une opération très longue et très difficile à exécuter, on jetait ce sirop encore légèrement trouble sur un filtre. Ce filtre consistait dans un simple panier d'osier, large, mais peu profond; ce panier était soutenu au-dessus d'un chaudron en cuivre, à l'aide de traverses en bois; puis une pièce de feutre en laine, placée près du panier, servait à en garnir, les surfaces intérieures pour y former le filtre proprement dit. On commençait, à cet effet, par garnir le panier avec l'une des extrémités de la pièce de feutre, puis on y versait du sirop. La filtration, au commencement, marchait bien, mais le feutre ne tardait pas à s'obstruer, et à rendre, par là même, la filtration difficile; alors on retirait du panier la portion de feutre obstruée, et, en la glissant sur le côté, elle était remplacée par une autre section propre où l'on amenait de nouveau sirop, et ainsi de suite, jusqu'à ce que toute la longueur de la pièce de feutre fût obstruée.

Ce mode de filtration était très imparfait et provoquait la perte d'une grande quantité de

Digitized by Google

sirop nécessaire pour imprégner le feutre. Cependant, à cette époque, la limpidité du sirop à filtrer était parfaite en comparaison des masses bourbeuses que l'emploi du charbon animal donne maintenant.

Avant de donner la description détaillée d'un filtre, tel qu'on l'emploie aujourd'hui, énonçons les conditions qu'il doit remplir pour donner les meilleurs résultats.

D'abord, il faut qu'il sépare le plus parfaitement possible le liquide du solide. A cet effet, il faut que le tissu soit suffisamment serré, pour retenir les particules divisées que le sirop retient en suspension.

Il faut que la filtration marche rondement, parce que le sirop serait susceptible de s'altérer si la filtration exigeait plusieurs jours. A cet effet, il faut que l'étoffe soit suffisamment perméable au liquide pour qu'il n'y trouve pas un trop grand obstacle à son passage. D'un autre côté, le sirop chaud étant plus fluide que le froid, subit par là même une filtration plus facile. Nous disposerons donc les filtres de telle sorte que le sirop y conserve sa chaleur le mieux possible. Une autre condition extrêmement importante pour activer la filtration découle de ce principe : que, toutes choses égales d'ailleurs, la filtration est proportionnelle aux surfaces filtrantes. Les surfaces

Digitized by Google

filtrantes sont évidemment toutes celles où le jus, en contact avec le tissu, trouve autant de points de passage. Pour réaliser cette condition, il faut donner au filtre une forme carrée qui présente, sous un même volume, une surface plus grande ; et il faut, de plus, donner au filtre une dimension moyenne, parce que, les surfaces des solides n'augmentant pas comme les cubes, on a, en effet, pour un petit vase, une surface qui est, proportionnellement à la capacité, plus grande que pour un vase plus grand. Je recommande ici une capacité moyenne, car il ne faudrait pas donner au principe que je viens d'admettre, une extension illimitée ; un vase trop petit ne conviendrait pas, parce que alors les manipulations de la filtration deviendraient trop multipliées, et par là même trop coûteuses. Il y a encore un principe qui serait applicable à la filtration, c'est le paradoxe hydrostatique qui prouve que les pressions marchent comme les hauteurs de liquides. Il est évident que cette loi est applicable à la filtration, car, dans ce cas, le sirop coule d'autant plus rapidement que le filtre est plus chargé ; mais outre qu'il est difficile d'obtenir, dans les filtres de raffineries, une pression constante, on ne pourrait pas non plus, par la nature même de l'opération, presser la filtration par la pression d'une trop grande colonne liquide ; nous n'aurons donc

Digitized by Google

pas égard à ce principe dans la construction de notre filtre.

Nous avons, dans ces considérations, toutes les données utiles pour la construction d'un bon filtre : voyons maintenant à les appliquer.

Convenons d'abord de sa dimension : si on la liait à une fabrication qui opérât sur de grandes masses, il faudrait lui donner au moins, pour capacité, celle suffisante pour recevoir le sirop fourni par une clarification. Ainsi, lorsqu'on opère sur 25 hectolitres de jus déféqués, on a 4 hectolitres de sirop clarifié; il faudrait donc, dans ce cas, avoir des filtres qui eussent au moins 400 litres de capacité. On pourrait, dans ce cas, leur donner une forme parallélogrammique, mais plus large que haute. Du reste, les dispositions seraient les mêmes que celles que nous allons indiquer.

En adoptant la batterie évaporatoire que j'ai décrite, et qui donne 82 litres de sirop évaporé, on pourrait donner aux filtres une capacité égale à 1 hectolitre, ou même à 2, sans inconvénient, parce que, dans le cas où l'on ne lui donnerait qu'un hectolitre de capacité, il en faudrait un plus grand nombre, et chaque filtre alors ne recevrait qu'une charge, tandis qu'il pourrait recevoir deux charges si on lui donnait une capacité égale à 2 hectolitres. Admettons d'ailleurs

Digitized by Google

cette dernière capacité, qui est très convenable.

Nous construirons alors un cube en bois de sapin (voyez planche 5, figures 1 et 2), solidement assemblé, auquel nous donnerons, pour côté intérieur AB, 6 décimètres. Ce cube sera découvert par dessus, et il portera sur cette face un couvercle AC; nous ferons garnir la capacité intérieure du cube et la face inférieure du couvercle, de cuivre mince, puis à fleur du fond D nous ajusterons un robinet E destiné à recueillir le liquide fourni par le filtre. Dans ce cube nous placerons un treillis d'osier qui entrera exactement dans sa capacité, et aura comme lui cinq faces seulement; dans ce panier nous placerons une laine qui en prendra bien la forme, comme on le voit dans la figure 1, c'est-à-dire qu'elle sera découpée sur ses faces intérieures, qui seront aussi au nombre de 5. Seulement, au bord supérieur de cette laine, on aura soin d'ajouter une bande de fort canevas, qu'on devra rabattre en dehors du filtre, et qui servira à la fixer solidement, à l'aide de cordons.

Dessous le robinet de ce filtre se trouvera une bascule F destinée à séparer le liquide trouble du liquide clair, qui doit être porté dans un réservoir commun.

La figure 1, planche 5, représente la coupe de

Digitized by Google

ce filtre vu avec son treillis, sa laine et son couvercle.

La figure 2 le représente vu à vol d'oiseau, sans laine, sans treillis et sans couvercle.

Un filtre semblable pourra recevoir successivement deux et même trois charges de chaudière de 82 litres; mais il y aurait de l'inconvénient à lui en donner plus, parce que cela ralentirait beaucoup la filtration, et par conséquent le travail. Il pourra, lorsque la clarification aura été bonne, avoir donné passage à deux charges en trois heures, et avoir son résidu suffisamment solide et égoutté; supposons même qu'il exige pour cela quatre heures : il ne pourra fonctionner que toutes les quatre heures dans cette hypothèse probable. Dans ce cas, comme chaque charge se renouvellera de demi-heure en demi-heure, chaque heure donnera la charge d'un filtre; une journée de 12 heures en donnera 12, et une de 24 en donnera 24. Ainsi, l'on conçoit qu'il faudrait, pour le service de la batterie dans l'un et l'autre cas, seulement quatre filtres. Pour les besoins extraordinaires et la facilité du travail, nous en adopterons huit. Ces huit filtres devront être disposés sur une ligne ou sur deux tout au plus, comme on le voit en K, planche 6, figures 1 et 3; leurs robinets devront être superposés à une rigole en cuivre

destinée à porter le jus clair dans un même réservoir *I*.

Il ne faudra pas compter pouvoir se servir plusieurs fois d'une même laine dans une journée; ce sera beaucoup si elles peuvent servir une fois toutes les 24 heures. Ainsi, dans un travail quelconque, il faudra au moins avoir autant de laines que de charges, c'est-à-dire 12 laines si l'on fait 12 charges, et 24 si l'on en fait 24. Les mêmes treillis peuvent servir constamment.

On pourrait, à la rigueur, très bien remplacer la laine des filtres par la toile, ou, mieux encore, par le coton, quoique ces matières fassent de moins bons filtres; mais, d'un autre côté, on y gagnerait, car, avec le coton surtout, on aurait bien moins de dépense : 1° parce que les étoffes confectionnées en cette matière coûtent moins cher; et 2° parce que le coton est bien moins altérable par la chaux que la laine. En effet, cette altération de la laine par l'action de la chaux se manifeste dès la première opération par une couleur jaune qu'elle prend. Cette couleur prend de plus en plus d'intensité en tirant vers le brun, dans un service continu, et le tissu finit par se percer de tant de trous qu'il est en peu de temps mis hors de service. La toile, et surtout le coton, qui présentent à un moins haut degré cet inconvénient, sont, sous ce rapport,

préférables, et l'on peut très bien les employer; on en est quitte pour tirer un peu plus de liquide trouble dans le soutirage au clair.

Il existe d'autres constructions plus compliquées de filtres : je me réserve d'en parler dans l'Art du Raffineur; mais celui que je viens de décrire est très convenable dans la fabrication du sucre de betteraves à cause de sa simplicité.

SECTION II.

Des accessoires des filtres.

En ne considérant comme filtre proprement dit que le cube en bois doublé en cuivre et muni de son couvercle et de son robinet, on mettra au nombre de ses accessoires : 1° le treillis en osier, et 2° la laine. Nous avons parlé de ces accessoires dans la section précédente, et nous n'y reviendrons pas ici.

Les accessoires dont nous devons nous occuper maintenant sont : 1° la bascule à tirer au clair; 2° le conduit du sirop clair; 3° le chaudron au sirop noir; 4° le réservoir ou avale-tout.

1° La bascule à tirer au clair, représentée planche 5, figure 3, avec le robinet, sur une plus grande échelle que dans les figures 1 et 2, est destinée à favoriser promptement le change-

ment de direction du sirop, que le filtre commence à donner noir quand on ouvre le robinet. Alors la bascule doit avoir la position représentée en IJ; elle a, au contraire, la position GH lorsque le sirop coule clair. Dans la première position, elle porte le liquide dans le chaudron mobile dont nous allons parler ci-après; et dans la seconde, elle le porte dans le conduit au sirop clair, dont nous allons aussi parler ci-après. Chaque robinet de filtre doit porter une semblable bascule, qui est facilement mobile sur une articulation K.

2° Le conduit au sirop clair, ou à la clairce, doit être de forme semi-circulaire, en cuivre simplement ou en bois doublé en cuivre. Sa section est représentée planche 5, figure 1, en L. Il sert à recueillir le sirop clair par l'intermédiaire de la bascule F, et à le porter dans le réservoir ou avale-tout. Comme il n'est par là même destiné qu'à recevoir de la clairce limpide, il peut être commun à tous les filtres; c'est pourquoi, lorsqu'on pourra disposer tous les filtres sur une même ligne, un seul conduit placé sous les robinets suffira pour tous; seulement il faudra qu'il ait une légère pente vers le réservoir commun, où il doit porter le jus clair fourni par tous les filtres. Cette disposition est plus commode que toute autre. En effet, dans beaucoup de fabri-

ques, et même dans beaucoup de raffineries, chaque filtre a un réservoir qui lui est particulier, ou bien un réservoir sert à deux filtres, et chacun de ces réservoirs communique avec un réservoir commun, d'où le sirop est enlevé pour entrer en cuite. Si cette disposition peut avoir quelque utilité en raffinerie, où l'on a besoin souvent de recueillir, dans une même journée, des clairces de natures différentes, il n'en est pas de même dans une sucrerie de betteraves; et là il serait inutile d'adopter la complication de réservoirs dont je viens de parler.

3° Le chaudron au sirop noir doit être en cuivre; il sert à recueillir le sirop qui coule des filtres lorsqu'on ouvre le robinet. Ce sirop, en effet, a toujours alors une teinte plus ou moins noire, et l'on doit le recueillir isolément jusqu'à ce qu'il coule clair. On pourra, dans une fabrique, avoir plusieurs de ces chaudrons; on pourrait cependant les remplacer, sans inconvénient, par de simples seaux en bois.

4° Le réservoir ou avale-tout, destiné à recueillir le sirop clair ou la clairce fournie par les filtres, doit être en cuivre et de forme ronde, comme un chaudron; il pourra être un peu plus profond que large, et muni d'une petite calotte à son fond, afin de permettre de retirer facilement tout le liquide qu'il con-

tient, soit à l'aide d'une pompe, ou simplement à la cuiller. Il doit être muni d'un couvercle en bois, pour empêcher la poussière ou autres ordures de tomber dans le sirop. Sa capacité doit être proportionnée à l'importance de la fabrication, et aussi à la méthode de travail adoptée.

Ainsi, dans l'hypothèse d'un travail intermittent, le sirop clarifié pendant une journée ne peut être mis en cuite que le lendemain. Alors l'avale-tout doit pouvoir contenir tout le sirop clarifié dans une journée. Ainsi, avec la batterie évaporatoire, 12 heures de travail donneraient 1968 litres de sirop clarifié; il faudrait alors que le réservoir eût cette contenance. Si, au contraire, avec cette même batterie, on adoptait la continuité pour tous les travaux, le réservoir alors serait suffisamment grand avec une capacité de 5 à 600 litres.

SECTION III.

Manœuvre de la filtration.

La disposition des filtres la plus convenable serait celle qui permettrait d'amener directement le jus de la chaudière par un couloir; mais comme ces filtres doivent être indispensablement superposés au réservoir, et que, dans la série des travaux, on a besoin déjà de beaucoup de su-

perpositions, et partant de beaucoup de pente, il serait possible que cette superposition des chaudières au-dessus du niveau des filtres ne fût pas praticable; alors on pourrait s'en passer, et l'on y obvierait par une manipulation qui consisterait à décharger la chaudière de clarification par petites parties dans un chaudron, puis à la transvaser ainsi dans les filtres.

Tout étant ainsi disposé, le filtre garni de sa laine et découvert, on y porte d'abord une charge, puis on le recouvre avec soin en chargeant le couvercle de quelques poids, si cela est nécessaire, pour empêcher l'évaporation, et par conséquent le refroidissement du sirop; mais si le filtre est bien fait, la seule interposition de la laine entre ses bords et le couvercle suffira pour empêcher cette évaporation, et l'on n'aura pas besoin de poids. Une dixaine de minutes après la mise de cette première charge dans le filtre, on dispose la bascule du robinet comme dans la figure 3, en IJ, planche 5; on pose sous le bec J de cette bascule le chaudron au sirop noir, puis on ouvre le robinet en plein : le sirop coule d'abord trouble; après le premier jet, l'on ferme le robinet à moitié, et on le laisse couler dans le chaudron jusqu'à ce qu'il coule clair. On reconnaît facilement ce moment à l'aide d'une cuiller ou d'un petit verre à liqueur dans lequel

on recueille la clairce; on l'observe, et lorsqu'elle coule bien limpide et sans corps étrangers tenus en suspension, on baisse la bascule dans la position de la figure GH sans toucher au robinet, et le sirop est ainsi porté dans le couloir L, par lequel il se rend dans l'avale-tout.

Le sirop trouble qu'on recueille dans le chaudron est rejeté sur le filtre, ou bien on le réserve pour le mélanger au sang et l'ajouter à la clarification suivante. Ce dernier parti est même préférable, parce qu'il ne ramène pas dans le filtre du sirop refroidi; et l'on fera bien de le préférer. Il permettra, de plus, de ne pas mettre de l'eau avec le sang, ce qui alonge toujours la clairce sans profit.

Lorsque la seconde charge arrive, on découvre le filtre de la quantité justement utile pour y verser le sirop, on ferme le robinet, puis on y dépose cette seconde charge en versant avec précaution, et sans secousses, pour éviter de troubler le dépôt qui s'y trouve. Quand cela est fait, on ramène encore la bascule en avant; on recouvre le filtre; on met le chaudron mobile en place; on ouvre le robinet à moitié, puis on observe le jus avec la cuiller ou le petit verre, et, s'il est clair, on change la bascule de direction pour porter le sirop dans le couloir. Cette dernière manœuvre est utile, car il arrive quelque-

fois qu'une charge jetée sur un filtre trouble le liquide qui en coule. On conçoit donc que, si l'on ne prenait pas la précaution que je viens d'indiquer, on serait exposé à porter de la clairce trouble dans le réservoir, ce qui serait une faute; et il faut l'éviter.

On pourrait, à la rigueur, jeter une troisième charge sur un même filtre, si on le jugeait convenable, ou si quelques circonstances extraordinaires l'exigeaient. Il n'y aurait à cela d'autre inconvénient que d'augmenter la durée utile pour une filtration, qui deviendrait par là plus lente.

Lorsque les clarifications auront été bonnes, il faudra, je le répète, tout au plus 3 ou 4 heures pour obtenir une séparation complète du liquide du solide. On reconnaîtra facilement que ce résultat est obtenu au robinet, qui alors ne coulera plus que goutte à goutte, ou, mieux encore, en découvrant le filtre, qui présentera sur son fond une masse noire et humide, mais sans liquide qui la surnage. Si on laissait le filtre dans cet état pendant 10 à 12 heures sans le découvrir, on trouverait le dépôt tellement épuisé de liquide qu'il serait crevassé sur tous les points, ce qui est un indice de bonne clarification; mais il est inutile d'attendre ce terme. Après 4 heures, quand le noir ne porte plus de liquide, on le retire avec la laine pour le jeter dans la déféca-

tion comme nous l'avons dit précédemment. On peut même donner aussi à la laine un premier lavage dans le jus d'une chaudière de défécation. On passe un peu d'eau propre dans le filtre, si cela est nécessaire, puis on y replace une nouvelle laine, pour l'employer de nouveau comme nous venons de l'expliquer.

Chaque laine nouvelle qu'on met dans un filtre doit être bien propre, bien sèche, et même bien secouée après le séchage. On s'assure aussi, avant de l'employer, qu'elle ne porte aucun trou ni fracture, et cela se fait en regardant le jour à travers. Si elle portait le moindre petit trou, il faudrait la raccommoder.

Nous avons dit ci-dessus que le premier lavage des laines peut se faire dans du jus qui est en défécation. On enlève par là, au profit du jus, le sirop concentré dont elles sont imprégnées. Ce lavage, dans le procédé qui utilise l'acide sulfurique à la défécation, ne doit se faire qu'après la mise de l'acide sulfurique. Après cette opération on les tord convenablement, puis on va les rincer à la rivière ou dans plusieurs eaux.

Le rejet du charbon animal et des écumes de la clarification dans la défécation présente un double avantage : 1°. Ce dépôt, imprégné de sirop à 30°, en contient assez pour qu'il soit utile de le lui enlever par des lavages, et le jus à 5

ou 6°, tel qu'il est en défécation, remplit bien cette fonction. 2°. Le charbon animal, après avoir agi utilement sur la matière colorante d'un sirop concentré à 30°, peut encore le faire sur un sirop beaucoup plus délayé; de sorte qu'il n'est ici rejeté qu'avec les écumes de la défécation, et par conséquent dans un état où l'on a tiré de ses propriétés décolorantes tout le parti possible. Il a encore, en outre, la propriété de s'emparer de l'alcali, ainsi que l'a observé le premier M. Payen, et comme l'ont prouvé d'une manière irrécusable les expériences que j'ai citées en traitant de la défécation.

CHAPITRE IX.

De la cuisson des sirops.

Le sirop, dans l'état de densité à 30° froid où il est fourni par le filtre, n'est pas suffisamment concentré pour fournir des cristaux, et le but de la cuite est de lui enlever l'eau surabondante qu'il contient encore, et de préparer ainsi le sucre à cristalliser par le refroidissement.

Cette cuisson n'est que la suite et la fin de la

concentration, et le mode de chaudière le plus convenable pour cette dernière opération est aussi le meilleur pour la cuisson.

Divers caractères physiques et divers moyens sont employés pour apprécier assez exactement le point de cuite, c'est-à-dire le moment où il faut suspendre l'évaporation. L'exposé de ces moyens, la description de la chaudière, celle de ses accessoires, et enfin la manœuvre de la cuite, seront l'objet des quatre sections suivantes.

SECTION PREMIÈRE.

Chaudière de cuite.

Tout ce que nous avons dit des chaudières de concentration, de leur but, de leur construction, de leur établissement sur leurs fourneaux, est applicable aux chaudières de cuite; ainsi nous renverrons le lecteur au chapitre VI, section première, où nous avons traité avec détail cette matière, et nous nous bornerons à ajouter ici ce qui est spécial aux chaudières de cuite.

La meilleure forme à leur donner est celle à bascule, de manière à rendre le déchargement facile. Il faudra toujours ne les chauffer que par le fond, quelle que soit au reste leur forme, et il faudra aussi faire en sorte que tout ce fond soit exposé

à l'action directe du combustible, de manière à avoir une ébullition prononcée sur tous les points.

Pour calculer les dimensions utiles à donner aux chaudières de cuite, il faut d'abord savoir quelle quantité de sirop l'on veut cuire, puis évaluer, d'après cela, la quantité d'eau à vaporiser.

Ainsi, si l'on adoptait un travail continu avec la batterie de 7 chaudières évaporatoires que nous avons décrite, on aurait à cuire, en 24 heures, 82 litres × 48 charges : soit 3936 litres à 30° froids, qui devraient être réduits à 40° bouillans, ou à peu près à 44° froids.

Voyons, pour calculer la quantité d'eau à vaporiser, à évaluer la composition de ces deux liquides.

Composition de 3936 litres ou 4943 kilogrammes de sirop à 30°, ou 1256 grammes au litre.

	En poids.	En volume.
Matière solide...	3022 kilog.	2015 décim. cub.
Eau...........	1921	1921
Ensemble....	4943 kilog. ou	3936 décim. cub.

Composition d'un litre de sirop à 44° froid, ou 1425 grammes au litre.

	En poids.	En volume.
Matière........	1275 grammes.	850 cent. cub.
Eau...........	150	150
Ensemble....	1325 grammes.	1000 cent. cub.

Avec ces compositions, nous pouvons établir la proportion suivante, pour connaître à quelle quantité d'eau les 2015 décimètres cubes de matière solide contenue dans les 3936 litres de sirop à 30° seront unis quand ce sirop sera réduit à 44°.

850 : 150 :: 2015 : $x = 355$ décimètres cubes ou kilogrammes d'eau.

Ainsi, les 2015 litres ci-dessus + 355 litres d'eau donneront 2370 litres, qui exprimeront le volume du sirop cuit; et l'on trouvera, par là même, que les 1921 litres d'eau contenus dans le sirop à 30° seront réduits à 355 dans celui à 44°; et que, par conséquent, la cuite aura dû en vaporiser 1921 — 355 : soit 1566 litres ou kilogrammes.

Dans la concentration, où l'on peut évaporer à un feu grand et continu, nous avons compté sur une production d'un kilogramme d'eau par surface d'un décimètre carré de cuivre. Pour la cuite, nous ne pouvons compter, pour cette même surface, que sur 5 hectogrammes, c'est-à-dire sur une quantité moitié moins grande, parce que ici l'on ne peut pousser le feu aussi rapidement, à cause de la viscosité du sirop, qui serait exposé à brûler. Nous ne pouvons donc compter obtenir ici plus de 5 hectogrammes

de vapeur d'eau par heure sur chaque surface d'un décimètre carré de cuivre.

Pour suivre le travail de la batterie et obtenir un résultat pratique convenable, nous donnerons à la surface de vaporisation une dimension telle qu'elle puisse donner une cuite toutes les demi-heures ; c'est-à-dire qu'elle doive subir un chargement et un déchargement toutes les demi-heures : avec cette disposition, tout marchera d'une manière uniforme. Nous aurons donc pour chaque charge de cuite $\frac{3936}{48}$: soit 82 litres de sirop; et pour eau à vaporiser par chaque demi-heure $\frac{1566}{48}$: soit 33 kilogrammes.

Or, nous avons là tous les élémens propres à évaluer la surface du fond de notre chaudière de cuite. Ce sera 33×4 : soit 132 décimètres carrés, puisque chaque cuite ne doit durer qu'une demi-heure, et que chaque décimètre carré de surface de vaporisation ne doit fournir, en une demi-heure, que 0,25 kilogramme de vapeurs d'eau.

Comme ces 132 décimètres carrés présenteront une chaudière d'une dimension trop volumineuse pour une chaudière mobile, nous la diviserons en deux, et nous aurons ainsi deux chaudières à bascules, qui auront chacune un fond de 66 décimètres carrés de surface.

D'après cela, on leur donnera 920 millimètres de diamètre; elles recevront ensemble, par chaque demi-heure, 82 litres de de sirop, qui y occuperont une hauteur de 89 millimètres; et qui se réduiront, par la cuisson, à 49 litres, et y occuperont, par conséquent, une couche de 53 millimètres. Pour cette hauteur de charge il sera suffisant de donner à la chaudière 25 centimètres de hauteur. L'excédent servira pour la mousse et le montage, qui sont souvent assez considérables.

Ces chaudières de cuite doivent être confectionnées en cuivre solide; le bassin, surtout, qui est constamment exposé au feu, doit avoir au moins 3 ou 4 millimètres d'épaisseur. On pourra ne donner au pourtour que 2 ou 3 millimètres d'épaisseur, en ayant soin de le fortifier sur les bords avec une armure de cuivre très fort. Elles devront être montées sur des fourneaux solidement établis. Voyez la planche 5, figures 4 et 5, qui représentent une de ces chaudières montée sur son fourneau et munie de sa poulie moufflée.

La figure 4 représente cette chaudière vue à vol d'oiseau.

La figure 5 en représente une élévation. Les mêmes lettres désignent les mêmes parties dans les deux figures.

A Chaudière en cuivre, à bascule pivotant en C sur un axe solide.
B Bec de la bascule.
C Axe de la bascule.
E Poulie moufflée qui sert à basculer la chaudière.
D Fourneau.
F Porte du foyer.
G Cendrier.

Les deux chaudières de cuite utiles pour le service de la batterie de 7 chaudières évaporatoires sont représentées en *m*, pl. 6, fig. 1 et 3.

Si l'on voulait ne travailler qu'une quantité de betteraves moitié moins grande que celle que peut fournir la batterie de 7 chaudières; si l'on voulait, par exemple, adopter celle de 4, que nous avons indiquée, il suffirait alors, pour le service de cette batterie, d'une seule chaudière de cuite ayant la dimension de celles que nous venons de décrire.

Les chaudières de cuite à bascules sont adoptées dans toutes les raffineries de sucre et dans toutes les manufactures de sucre de betteraves, là même où la concentration montée dans le système de chaudières ordinaires est encore dans une grande imperfection. Elles ne sont pas économiques de combustible; mais, il faut le ré-

péter, l'important, dans le cas qui nous occupe, est moins d'économiser le combustible que d'éviter de gâter le sucre.

SECTION II.

Accessoires de la chaudière de cuite.

Les accessoires d'une chaudière de cuite sont :

1°. Un vase aux écumes.

2°. Une écumoire qui serve tout-à-la-fois à écumer le sirop et à prendre la preuve.

3°. Un thermomètre de preuve.

1°. *Vase aux écumes.*

Ce vase peut être en bois ou en métal; il suffira qu'il ait une capacité égale à une dixaine de litres. Il doit être placé, dans le travail, contre la chaudière de cuite, et il sert à recueillir les écumes qu'on en enlève souvent pendant toute la durée de l'ébullition.

2°. *Écumoire.*

Cette écumoire étant tout-à-la-fois destinée à écumer et à prendre la preuve au soufflé, doit être établie avec plus de soin que les écumoires ordinaires. Son plateau de cuivre, légèrement cave, doit être circulaire, et avoir un diamètre de 180 millimètres à peu près; sa surface doit être

criblée, le plus régulièrement possible, de petits trous égaux, bien évidés, sans bavures et bien ronds; ils doivent avoir chacun trois millimètres de diamètre. Lorsqu'on construit ce disque en cuivre, il faut avoir soin de laisser à l'un des points de sa circonférence une languette large de 4 centimètres sur 6 à 8 de longueur. C'est sur cette languette que l'on cloue un manche en cuivre ou en fer de 40 à 50 centimètres de longueur.

Chaque chaudière de cuite doit avoir une semblable écumoire.

3°. *Thermomètre de preuve.*

Le thermomètre de preuve doit pouvoir monter jusqu'à 100° Réaumur au moins; il doit être monté sur une planche de bois, et porter une plaque de cuivre graduée depuis le 80^{me} jusqu'au 100^{me} degré. Il pourra même n'être découvert qu'en cette latitude seulement. Pour la commodité du travail il faut en prendre un qui ait une graduation large, de manière à pouvoir apprécier sans peine des demi-degrés; ce thermomètre doit avoir au moins 70 centimètres de longueur.

SECTION III.

Des divers moyens de prendre la preuve.

On appelle *preuves*, en terme de raffinage, quelques propriétés ou caractères physiques que présente une dissolution de sucre concentrée. Les confiseurs connaissent diverses preuves pour les divers degrés de concentration auxquels ils ont besoin d'amener les sirops pour leurs travaux; mais, en raffinerie, où l'on ne se propose jamais qu'un point de concentration, c'est-à-dire celui qui est le plus convenable à la cristallisation du sucre pour le sirop sur lequel on opère, il n'y a qu'une preuve, qui ne varie que du fort au faible; ainsi, on appelle une forte preuve, celle qui doit donner une cristallisation plus abondante; et preuve faible, celle qui, en donnant un sirop un peu moins concentré, doit, par là même, donner moins de cristaux par le refroidissement.

Beaucoup de personnes ont souvent pensé qu'il serait possible de prendre la preuve avec l'aréomètre, parce que cet instrument accuse, d'une manière assez rigoureuse, le degré de concentration de la majeure partie des liquides dans lesquels on le plonge. Guyton de Morveau avait même fait construire un aréomètre spécial pour cet usage; j'en possède un étalon très bien exécuté. J'ai essayé de

me servir de cet instrument, et d'autres semblables pour retrouver le point de cuite des sirops, et j'ai reconnu que tout moyen aréométrique est insuffisant pour cet usage, parce que les observations exigent beaucoup de temps, et que pendant ce temps le sirop, qu'il faut nécessairement puiser dans une éprouvette, se refroidit, l'instrument s'empâte et donne un degré différent. J'ai trouvé, avec l'aréomètre de Guyton, des différences de 2° pour une même cuite.

Il faut donc, pour prendre la preuve, avoir recours à d'autres moyens. Ceux usités en fabrique sont connus sous les noms suivans : 1° preuve au filet; 2°. preuve au soufflé; 3° preuve au thermomètre. Nous allons décrire isolément chacun de ces moyens de prendre la preuve, qui tous amènent plus ou moins approximativement au but voulu, car une perfection mathématique dans cette opération sera probablement toujours impossible.

1° *Preuve au filet.*

Je commence par celle-là, parce que c'est la plus ancienne qui ait été usitée. Elle consiste à plonger l'écumoire ou une spatule de bois dans le sirop bouillant que l'on veut essayer, puis à prendre sur ces instrumens, avec le pouce, quelques gouttes de sirop. Alors, on rapproche

l'index du pouce pour le mouiller de sirop, on frotte même un peu ces deux doigts l'un contre l'autre pour refroidir le sirop; puis, en les plaçant dans un plan vertical, l'index étant au dessus, on leur donne rapidement tout l'écart qu'ils peuvent prendre. Le sirop, essayé ainsi vers la fin de la cuite, a acquis une grande viscosité, et par l'écartement du pouce et de l'index il donne un filet. Ce sont les caractères que présente ce filet qui accusent l'état de la cuite. En effet, si celle-ci n'est pas arrivée à la concentration voulue pour une bonne cristallisation, le filet n'est que faible, c'est-à-dire qu'il casse presqu'en même temps qu'on écarte les doigts, et il casse alors près de l'index et retombe sur le pouce. Si, au contraire, la cuite est bonne, le filet s'alonge à un pouce ou deux, se brise vers le pouce et remonte vers l'index, sous forme de crochet. Si la cuite était plus forte, il serait plus long, se briserait également vers le pouce, remonterait vers l'index en crochet, mais ne rentrerait que très lentement ou peu ou point dans la goutte adhérente à l'index. Enfin, si la cuite était beaucoup trop forte, et de nature à fournir un sirop qui se prendrait tout en masse, le filet serait de toute la longueur de l'écart du pouce et de l'index, et ne se briserait pas.

On conçoit, par cette description, que la

preuve du filet est uniquement fondée sur la viscosité que le sirop acquiert par la concentration, et que, pour la manier avec succès, il faut être familier avec les observations sur la longueur du filet, sur le point où il casse, et sur le temps qu'il met pour remonter; car c'est dans les nuances de ces caractères que se trouvent celles d'une cuite forte ou d'une cuite faible.

L'état hygrométrique de l'air pourra exercer une influence sur la preuve au filet; mais comme l'atmosphère d'un atelier sera presque toujours saturée de vapeurs, cette influence pourra être négligée. Au demeurant, l'exactitude de la preuve du filet, dépend surtout de l'adresse et de l'expérience du manipulateur, et ce n'est guère qu'à la chaudière qu'on peut apprendre à la manier. Je ne la recommanderai donc pas aux apprentis, qui trouveront un moyen plus facile dans la preuve suivante.

2°. *Preuve au soufflé.*

La preuve au soufflé se prend avec l'écumoire que j'ai décrite dans la section précédente. Pour l'exécuter, il suffit de plonger cette écumoire dans le sirop bouillant, dans lequel on l'agite un peu; puis, on la retire rapidement, on la secoue une fois au-dessus de la chaudière, on la porte rapidement hors du tourbillon des vapeurs au-dessus

d'un vase quelconque. Alors, en approchant l'écumoire à environ 15 centimètres de la bouche, on souffle fortement en promenant rapidement toute la surface de cette écumoire sous le vent donné par la bouche.

Si cette manœuvre est bien faite, et que le sirop soit arrivé au point de cristallisation, une foule de bulles s'échapperont de chacun des trous de l'écumoire, se répandront dans l'air sous forme de petits ballons et s'éteindront presque simultanément.

Le nombre de ces bulles ou ballons, en admettant qu'on souffle avec régularité, et le temps qu'ils restent en l'air sans crever, indiquent les nuances d'une cuite forte et d'une cuite faible. Si les ballons sont nombreux, et qu'ils ne s'éteignent pas de suite, c'est que la cuite est forte, *et vice versâ*. Une cuite qui n'est pas au point, et une autre qui est concentrée outre mesure, ne donnent point de ballons. Ces ballons semblent donc ne se produire que dans les densités sirupeuses propres à une bonne cristallisation, et l'échelle de ces densités paraît n'avoir pas une grande étendue. Ce moyen de preuve fondée évidemment, comme la preuve au filet, sur la viscosité d'une dissolution sirupeuse, cuite convenablement, donne un moyen assez facile et commode d'estimer le point de cuite, et l'expérience

prouve qu'il est plus facile de parvenir à cuire régulièrement au soufflé qu'au filet, quoique cette dernière preuve exige aussi un peu d'exercice pour être bien maniée.

3°. *Preuve au thermomètre.*

Le thermomètre utile pour prendre la preuve est celui que nous avons décrit dans la section précédente.

Pour l'employer, il faut le placer dans la chaudière de cuite, dans une position verticale, de manière que sa cuvette plonge dans le sirop bouillant, et que son échelle, placée dans le tourbillon de vapeurs, permette cependant de distinguer l'ascension du mercure. A cet effet, il est assez commode de le suspendre avec un cordon, parce que par cette disposition, on peut, lorsque l'on veut lire le degré sur l'échelle, ramener le thermomètre sur le bord de la chaudière et y faire facilement les observations utiles.

L'emploi du thermomètre, comme moyen de cuite, est fondé sur cette propriété de l'eau chargée de sucre ou de certains sels, qu'au lieu de conserver une température constante d'ébullition, comme elle le fait quand elle est seule, elle prend alors une température d'autant plus élevée que le sucre ou le sel domine davantage dans le mélange. Dans ce cas, l'on voit que toute la chaleur

fournie à un sirop bouillant n'est pas rendue latente pour la production des vapeurs, comme dans l'ébullition de l'eau pure, et qu'il y en a une portion qui s'ajoute au mélange au fur et à mesure que l'eau se vaporise, et cela suivant une loi que l'expérience peut déterminer.

Un thermomètre plongé dans une dissolution sirupeuse bouillante pourrait donc accuser jusqu'à un certain point par son degré, les proportions d'eau et de sucre existant dans le mélange au moment de l'observation. Mais telle n'est pas l'exigence de la cuite ; il suffit seulement ici de savoir à quel point du thermomètre, constaté par des expériences antécédentes, le sirop bouillant est suffisamment concentré, et c'est ce que cet instrument peut faire assez exactement.

Ainsi, par exemple, lorsque le sirop est arrivé à un point de cuite convenable, le thermomètre doit y accuser une température de 90° R. à peu près. S'il n'y indiquait que 89 à 89 $\frac{1}{2}$, la cuite serait faible, elle serait forte de 90 $\frac{1}{2}$ à 91°.

Dans le raffinage du sucre, le point de cuisson des pains est à peu près pareil. Mais lorsque l'on travaille des matières plus communes, le point de cuite s'élève ; ainsi, il est de 95° à peu près pour les vergeoises.

Le thermomètre peut donc servir très bien à régler la cuite ; et sa marche offre de plus à l'ou-

vrier l'avantage de le guider sûrement. En effet, lorsque le sirop à 30° commence à bouillir, le thermomètre qui y est plongé ne porte que 81° à peu près; au fur et à mesure que la cuite avance, il s'élève graduellement jusqu'à 90°, de sorte que les degrés intermédiaires indiquent exactement à l'ouvrier le point où en est l'évaporation. Au commencement, on peut pousser le feu fortement, mais quand le sirop porte 85 ou 86° de température il faut le ménager, parce que alors, le sirop étant plus visqueux est plus sujet à brûler. On a remarqué qu'il faut autant de temps en pratique pour amener le sirop à 86° que pour le porter de cette température à 90°.

En se servant du thermomètre, on ne devra pas négliger l'emploi des autres preuves du filet et du soufflé, car c'est avec ces preuves, et après les avoir prises, qu'on doit lire sur le thermomètre le degré auquel elles correspondent. C'est ainsi que les degrés de cuite thermométrique que j'ai indiqués plus haut ont été déterminés. Mais comme ces degrés peuvent varier légèrement et avec les pressions barométriques, et avec la richesse du sirop sur lequel on opère, il sera bien que le contre-maître chargé de la cuite prenne les preuves au filet et au soufflé, à chaque opération. Il pourrait encore se borner à prendre ces preuves toutes les 12 heures; et lorsqu'il au-

rait, à leur aide, trouvé le degré thermométrique convenable pour la journée et le sirop en travail, il recommanderait à l'ouvrier chargé de soigner la chaudière de cuire à ce point. Cela lui éviterait l'embarras d'être présent à chaque décharge de chaudière; on pourra d'ailleurs très facilement manéger un ouvrier peu intelligent à prendre les preuves du filet et du soufflé, surtout en lui donnant le thermomètre pour point de vérification.

On a prétendu qu'il était impossible de cuire au thermomètre; mais cela est faux, car ce moyen que j'ai pratiqué long-temps est extrêmement facile et commode. Je le recommande donc chaudement aux fabricans de sucre de betteraves.

SECTION IV.

Manœuvre de la cuite.

Lorsque le sirop clair ou la claircc est réuni dans l'avale-tout en quantité suffisante pour cuire, et il en suffit pour cela, dans un travail continu, 200 ou 300 litres, on procède à cette opération.

On charge les chaudières de cuite, que j'ai décrites, de 41 litres de sirop chacune. On met le feu dans le fourneau, on suspend le thermomètre comme je l'ai dit; le sirop ne tarde pas à entrer en ébullition, car il est fourni presque bouillant

par les filtres; avant ce terme une légère écume vient à la surface, on ménage le feu de manière que le bouillon ne crève que sur un point; l'écume, par ce moyen, est refoulée vers les parois de la chaudière, et on a le temps de l'enlever sans qu'elle se retourne dans le sirop.

Si par hasard il avait coulé un peu de sirop trouble dans l'avale-tout, on pourrait, pour l'éclaircir, ajouter à chaque charge de cuite, un blanc d'œuf délayé, puis écumer avec soin. Cette précaution rendrait le sirop limpide et écarterait ainsi les causes d'attache et de mauvaise cuite qu'emporte avec lui un sirop mal filtré.

Quand la chaudière a jeté la première écume et que celle-ci est enlevée, on pousse le feu grand train jusqu'à la température de 85 à 86°. Alors on le ménage jusqu'à la fin de la cuite, de peur de brûler.

Quand le sirop est bon, il donne, après avoir jeté sa première écume, un bouillon perlé et blanc qui recouvre tout le liquide, mais qui ne monte jamais de manière à déborder. Ce bouillon doit se conserver pendant toute la cuite, avec cette seule différence qu'il doit brunir vers la fin. C'est ce qu'on appelle, en terme de raffinerie, un bouillon sec, pour le distinguer de celui qui a l'aspect de la mousse, et qu'on appelle bouillon gras. Ce dernier se manifeste toujours dans un

mauvais sirop, et alors les bulles sont si petites qu'elles se transforment souvent en une écume noire et filante qui surnage à la surface. Dans ce cas on peut enlever les écumes, mais elles sont si abondantes qu'il faut que l'ouvrier soit constamment occupé à écumer depuis le commencement de la cuite jusqu'à la fin. Dans un sirop de ce genre il peut arriver qu'on ne puisse pas pousser le sirop jusqu'au point de cuite.

Il y a presque toujours, pendant la cuisson, quelques momens où le sirop monte et tend à sortir de la chaudière. Pour empècher cet effet on se sert ordinairement de beurre que l'on jette par petits morceaux dans le sirop. Aussitôt cette addititiou effectuée, si le bouillon est sec, il s'affaisse en petillant jusqu'à mettre le liquide à découvert; si, au contraire, il est gras, il ne s'affaisse que lentement et jamais complètement; on est quelquefois même obligé, dans ce dernier cas, d'aider à l'effet du beurre par l'agitation avec l'écumoire ou avec une spatule. Dans d'autres circonstances, et ce sont celles où le sirop est absolument mauvais, le beurre ne produit aucun effet sur sa mousse, c'est le cas où celle-ci se transforme en écume visqueuse et filante.

Tout corps gras produit sur le bouillon des sirops le même effet que le beurre, c'est pourquoi l'on peut, à défaut du beurre, qui est préféré, se

servir sans inconvénient d'huile, de graisse, de suif, de cire, etc.

En général j'ai remarqué que cette propension du sirop à monter se manifeste au commencement de la cuite, puis à 85 ou 86°, quelquefois encore vers 88 à 89°; mais en approchant du point de cuite il est rare qu'il monte quand il est bon.

Pendant toute la durée de la cuisson il se forme toujours quelques écumes qui se réfugient sur les points de la chaudière où il n'y a point d'ébullition; et comme, dans une bascule de cuite, de même que dans les bascules de concentration, il ne doit y avoir de repos sur aucun point du fond, les écumes se réfugient dans le bec de la bascule, ce qui est assez commode, parce qu'on peut les enlever de là avec beaucoup de facilité.

L'ouvrier chargé de conduire le feu des chaudières de cuite doit guetter le moment où le thermomètre annonce que le point approche; aussi quand celui-ci accuse 89°, l'ouvrier doit appeler la personne chargée de prendre la preuve, ou se mettre en mesure de la prendre lui-même, si telle est sa fonction. A cet effet, si l'écumoire est salie d'écumes et que ses trous soient obstrués, il doit la mettre dans la chaudière pour la nettoyer et rendre ses ouvertures libres; alors il commence par prendre la preuve du filet pour reconnaître

approximativement si le point approche : il en est ainsi lorsque le filet forme le crochet et ne remonte pas promptement. Après cela, il prend la preuve au soufflé; s'il obtient des ballons, c'est que la cuite est à peu près bonne : car il ne faut pas cuire fortement pour le sucre de betteraves. Ainsi la preuve arrive quelquefois à 89° ½ du thermomètre R., et dès le moment où l'on obtient quelques ballons, il est temps de décharger la chaudière. Si le sirop était excellent, on pourrait cependant pousser la preuve jusqu'à 90 ½ ou 91°; mais dans les autres cas il vaut mieux cuire un peu trop faible que trop fort, parce que alors le sucre s'épure mieux et plus vite, et que d'ailleurs les mélasses étant destinées à être recuites subissent mieux cette seconde opération quand elles n'ont pas été tout-à-fait appauvries par le premier travail.

Le point de cuite convenable pour le recuit des mélasses est en général de 91 à 92°.

Lorsque la cuite est bonne, on doit décharger la chaudière; on peut le faire directement dans le chaudron rafraîchissoir ou dans un vase ou seau intermédiaire, proportionné pour recevoir une charge, que l'on porte ensuite dans le chaudron rafraîchissoir, comme nous le dirons ci-après.

Avant de décharger la chaudière, ce qui se fait

en tirant la corde de la poulie moufflée, on aura dû préparer auprès d'elle un seau ou chaudron plein de clairce, de manière à pouvoir la verser dans cette chaudière aussitôt qu'elle est déchargée du sirop cuit.

Deux charges de 41 litres rendront, comme nous l'avons dit plus haut, 49 litres de sirop cuit.

S'il arrivait que pendant le travail une charge de sirop cuit vînt à s'attacher au fond de la chaudière et à brûler, il faudrait, après la cuite de cette charge, jeter de l'eau dans la chaudière, couvrir le feu et enlever la tache avec du sable, des mâchefers ou une râclette de fer, parce que cette tache servirait de noyau pour brûler les autres cuites, et que l'ensemble du travail serait par là même altéré. Je recommande cette pratique parce que je l'ai vu négliger dans des fabriques, et que cette néglinence n'est pas sans mauvais résultats.

CHAPITRE X.

Refroidissement du sirop cuit.

Si l'on portait le sirop cuit convenablement de la chaudière dans les formes où il doit cristalliser, on n'aurait point, par ce moyen, toute la matière cristallisable qu'il est possible d'en tirer du premier jet. En effet, la cristallisation est un phénomène si bizarre qu'elle dépend souvent de circonstances qui, en apparence, semblent être les plus indifférentes. Ainsi, par exemple, une secousse imprimée à un cristallisoir, l'aérage du liquide (1), détermineront souvent une cristallisation que les corps cristallisables, par un simple refroidissement, n'auraient pas fournie sans ces moyens, quoique d'ailleurs le refroidissement eût été opéré convenablement.

(1) Le sulfate de soude présente éminemment cette propriété. En effet, il ne peut cristalliser dans le vide; mais dès le moment où on lui donne un peu d'air, tout le liquide saturé se prend en masse, et il y a alors, chose remarquable élévation de température.

L'expérience démontre d'ailleurs que si une secousse, un mouvement ou l'aérage influent sur la cristallisation, ce n'est que par un simple effet mécanique.

Une dissolution de sucre est précisément dans la classe des substances cristallisables par le refroidissement, dans lesquelles le mouvement et l'aérage peuvent développer et augmenter la cristallisation. Bornons-nous ici à ces faits, que je me propose de développer expérimentalement et théoriquement, avec tous les détails convenables, dans mon Traité de l'art du raffineur, en parlant de la cristallisation.

En partant de ces faits, nous trouverons le moyen d'activer et de rendre plus intense la cristallisation des sirops cuits de betteraves, et nous légitimerons les manœuvres usitées dans les manufactures. Or, voyons d'abord ce qu'on fait.

Au sortir de la chaudière de cuite, le sirop est versé dans un chaudron où l'on réunit toutes les cuites fournies pendant 10 à 12 heures. Pour arriver dans ce chaudron, le sirop subit souvent deux mouvemens et deux aérages, par le seul fait de la transvasion de la chaudière dans un vase intermédiaire, puis de celui-ci dans le chaudron. Cette manœuvre contribue aussi à refroidir légèrement le sirop par la légère vaporisation qui se produit à chaque transvasement.

Lorsque le sirop est ainsi réuni au chaudron, il y reste pendant 10 à 12 heures avant d'être coulé en formes ; il doit retomber pendant ce temps à la température de 65 à 70° Réaumur. Alors il est temps de le couler en formes. Si le sirop est bon, on doit trouver beaucoup de cristaux agglomérés au fond et sur les parois du chaudron. Ces cristaux distribués dans la masse liquide sont portés en formes, et le sirop subit encore par là un nouvel aérage et un nouveau mouvement, qui y activent la cristallisation.

Il faut, dans cet aérage et ce mouvement, un juste milieu, comme on l'a reconnu en manufacture. Car, par exemple, si l'on portait le sirop trop froid en formes, et qu'il fût ainsi aéré à une température trop basse, on aurait, par ce moyen, une cristallisation abondante, mais les cristaux seraient tellement ténus et divisés qu'ils ne formeraient qu'une masse pâteuse, dont on ne pourrait séparer que difficilement un peu de mélasse. Il en serait de même encore, si l'on aérait trop le sirop cuit. Il faut donc éviter ces deux cas extrêmes.

Voilà à peu près en substance quelle est la théorie du refroidissement du sirop, son but et ses effets. Ce refroidissement s'opère dans un chaudron que l'on nomme, pour cette raison, chaudron rafraîchissoir. Nous allons décrire ce

chaudron et ses accessoires, puis nous indiquerons sa manœuvre détaillée.

SECTION PREMIÈRE.

Chaudron rafraîchissoir et accessoires.

Le chaudron rafraîchissoir est une espèce de chaudière mobile qui, au lieu de servir à chauffer le sirop, sert à le refroidir. Il ne doit donc pas avoir de fourneau, et n'est pas destiné à aller au feu. On doit le confectionner cependant en cuivre solide, et lui donner une forme ronde, mais plus large que haute.

La capacité doit être proportionnée à la quantité de sirop qu'on cuit en 12 heures de travail, et nous devons remarquer ici qu'il est toujours plus avantageux au sirop de le grouper au chaudron sous de grandes masses.

Avec notre grande batterie évaporatoire de sept chaudières et deux bascules de cuite on aurait, en 12 heures de travail, 1176 litres de sirop cuit, et avec la petite batterie on aurait dans le même temps 588 litres. Il faudrait donc, dans le premier cas, que le chaudron rafraîchissoir contînt 14 à 1500 litres, et, dans le second, 7 à 750. Nous donnerons à ces chaudrons les dimensions suivantes :

		Diamètre.	Hauteur.
Le chaudron	de 1500 litres	1^m5	0^m9
	de 750	1,2	0,7

Il serait convenable d'avoir deux ou trois de ces chaudrons, pour la commodité du travail.

Les accessoires du chaudron rafraîchissoir consistent en une spatule en fer, qui sert à détacher le grain; on donne à cette spatule une longueur de 1^m, 2 à peu près.

Il faut encore, avec ces chaudrons, des bassins d'empli (voyez planche 5, fig. 6 et 7). Ces bassins sont en cuivre, ils sont munis de deux oreilles qui servent à les porter, et d'un bec qui sert à les vider commodément sans épancher le sirop. La fig. 6 représente un plan de ce chaudron, et la fig. 7 une vue latérale.

Le service du chaudron rafraîchissoir exige de plus une grande louche munie d'un long manche; cette louche ou cuiller doit être en cuivre, et avoir une forme hémisphérique de 7 centimètres de rayon. Cette cuiller porte un manche en fer muni d'une douille dans laquelle on ajuste un manche en bois. Le manche total doit avoir à peu près 1 mètre de longueur.

Il faut, en outre, un thermomètre qui puisse marquer $+90°$; ce thermomètre sert à reconnaître la température la plus convenable pour procéder

à l'empli des formes, comme nous le dirons plus loin.

Quelquefois encore, on se sert d'un petit support nommé *canape*, pour supporter le chaudron d'empli, quand on le charge de sirop, mais ce meuble n'est pas rigoureusement nécessaire.

SECTION II.

Manœuvre du chaudron rafraîchissoir.

Ce chaudron doit, autant que possible, être placé dans un local fermé, où l'on puisse conserver une température constante et la varier au besoin; et le local qui est ordinairement affecté à cet usage prend le nom d'*empli* des formes, parce que dans le travail il sert en outre à recevoir les formes qu'on doit emplir de sirop cuit.

Lorsque la première cuite est déchargée, on la verse dans le chaudron sans précaution. Là, elle serait promptement refroidie, si une seconde ne venait bientôt s'y adjoindre et la réchauffer, puis une troisième, et ainsi de suite. Quand on cuit avec deux chaudières, on conçoit que les cuites arrivent au chaudron de quart d'heure en quart d'heure, et qu'elles n'y viennent que de demi-heure en demi-heure lorsqu'on ne marche qu'avec une chaudière. Cette différence doit être prise en

considération par le manipulateur, pour la conduite de son chaudron. Alors il doit, en chauffant le local, empêcher le refroidissement, ou marcher avec deux chaudrons, quand il s'est assuré que ce refroidissement est trop lent. Il a encore les moyens de varier les résultats, en emplissant les formes plus ou moins fréquemment, c'est-à-dire en n'emplissant que tous les laps de temps moindres ou plus grands que 12 heures.

J'ai reconnu, par expérience, que la température la plus convenable que puisse avoir le chaudron, au moment de l'empli des formes, est de 60 à 70° Réaumur. Il sera toujours facile, à l'aide du thermomètre, d'obtenir ce résultat. On se rappellera, à cet effet, qu'il est utile que le sirop cuit reste 10 à 12 heures au chaudron, pourvu que la température n'y tombe pas au-dessous de 60°. Pour conserver cette température, si la fréquence des cuites ne le permettait pas, on pourrait d'abord couvrir le chaudron avec un couvercle de bois, et envelopper ses parois avec des étoffes de laine, pour le préserver du contact de l'air; si cette précaution ne suffisait pas, on pourrait faire du feu dans l'empli. On pourrait aussi, si l'on ne réussissait pas, avec ces moyens, à empêcher le trop prompt refroidissement du chaudron, emplir toutes les 6 ou 8 heures; alors on n'aurait pas un chaudron plein,

mais cela est indifférent. L'un des motifs pour lesquels il est plus avantageux d'opérer au chaudron sur de plus grandes masses, est que dans ce cas les cuites se suivent plus rapidement, et que l'on conserve plus facilement la chaleur à une grande masse qu'à une petite.

Dans tous les cas, pour conserver une chaleur régulière au sirop, où celle-ci tend toujours à monter comme dans tous les liquides, il sera utile, toutes les quatre ou cinq charges, d'agiter la masse avec la spatule de fer. Ces agitations devront être faites avec précaution, de manière à ne pas aérer le sirop.

Un chaudron bien conduit est une condition plus importante qu'on ne le croirait d'une bonne cristallisation, car c'est souvent de lui que dépend la purgation plus ou moins facile du sirop dans les formes; on devra donc apporter à cette partie du travail des soins non moins minutieux qu'aux autres.

Lorsqu'on agit sur des sirops peu riches, on peut, pour amorcer la cristallisation au chaudron, déposer avec succès sur son fond une couche de bon sucre brut avant d'y verser la première charge; puis, lorsque celle-ci y est apportée, on agite un peu avec la spatule. Alors, si l'on peut réussir à former une croûte au dessus du liquide, il ne faudra pas verser les autres cuites brusquement,

mais bien les couler avec précaution le long des parois du chaudron sur un point de la circonférence pour enlever la croûte. Cela s'appelle croûter le chaudron. On a attaché, dans quelques raffineries, une importance illusoire à cette croûte, et l'expérience a prouvé qu'elle n'est de quelque utilité que lorsque l'on opère sur des matières communes, parce que alors la cristallisation étant plus pénible, il est plus important de la faire lentement, de conserver pour cela même la chaleur au chaudron, et d'y laisser le sirop cuit plus long-temps. Ainsi, la croûte ne sert qu'à préserver le sirop du refroidissement, un peu mieux que ne le ferait un simple couvercle.

CHAPITRE XI.

Empli des formes.

On donne le nom d'*empli* au local où l'on verse ordinairement le sirop dans les formes et où l'on conserve le chaudron rafraîchissoir; et l'on appelle empli des formes l'opération qui consiste à verser le sirop dans les vases où doit s'opérer la cristallisation.

Cette opération succède immédiatement au travail du chaudron rafraîchissoir, et les vases dans lesquels elle s'exécute sont connus sous le nom de *formes*, quels que soient d'ailleurs la matière qui les compose, leur structure et leur calibre.

Avant de décrire la manœuvre de l'empli, nous devons nous occuper des formes.

SECTION PREMIÈRE.

Des Formes.

Les formes usitées en raffinerie sont toutes en poterie, et la qualité de la terre qui a servi à les composer, et le degré de cuisson qu'elles ont

subi, exercent une grande influence sur leur qualité. Pour le sucre brut de betteraves, il n'en est pas ainsi. Les seules formes de poterie usitées en raffinage qui peuvent servir pour la fabrication du sucre brut de betteraves, sont celles qui sont de la plus grande dimension, et qui sont connues sous le nom de bâtardes ou formes à vergeoise; elles servent en effet, dans les raffineries, à confectionner l'espèce de sucre qu'on nomme, dans le commerce, vergeoise ou cassonade. Cette espèce de sucre, qui provient des recuits des sirops communs, est souvent blonde ou brune, et ressemble par-là même au sucre brut de la canne ou de la betterave, dont elle ne diffère que par un grain moins nerveux.

Un principe général bien admis et reconnu dans le raffinage du sucre, c'est que plus une matière est commune et pauvre en sucre, c'est-à-dire plus elle est épuisée de sa matière cristallisable, plus il faut la cuire. Or, toutes choses égales d'ailleurs, plus on serre la cuite, plus on obtient de grain, et aussi plus la forme dans laquelle on met le sirop cuit doit être grande. Ainsi, les plus petites formes sont celles qui reçoivent la meilleure matière, et les plus grandes reçoivent la plus épuisée.

Dans la fabrication du sucre de betteraves, le sirop n'est pas épuisé; mais c'est avec le sirop le

plus pauvre des raffineries, c'est-à-dire avec celui propre à donner des vergeoises, qu'il présente le plus d'analogie. Ce rapprochement explique pourquoi l'on choisit une forme pareille pour le mettre à cristalliser.

Les formes à vergeoises varient de calibre; mais quand elles peuvent contenir de 45 à 50 litres, elles ont une dimension convenable. Nous supposerons ici qu'on en prenne de 50 litres de capacité. Je ne les décrirai pas, parce qu'elles sont bien connues dans le commerce; seulement je dirai qu'elles sont de forme conique, percées d'un trou de 2 centimètres environ, à la pointe du cône. On les habille ordinairement avec des planches minces soutenues par des cerceaux de bois, pour les prémunir contre la casse. Dans cet état, on dit qu'elles sont *capées*, et elles peuvent durer très long-temps. Chacune de ces formes doit être accompagnée d'un pot ou récipient en terre cuite, muni d'une large ouverture sur laquelle la forme se place, comme je le dirai plus loin, quand elle est en purgation. Ces pots ont ordinairement une capacité telle qu'ils peuvent contenir le tiers de la quantité de mélasse qu'une forme peut rendre.

Une forme semblable, pleine de sirop bien cuit, peut facilement s'épurer de sa mélasse en un mois. Ainsi, nous trouverons dans ces données

tous les élémens propres à calculer le nombre de formes utiles à une fabrique quelconque.

Dans l'hypothèse que nous avons constamment admise dans le corps de cet ouvrage, d'une fabrique où l'on travaillerait journellement 24000 litres de jus, qui rendraient 2370 litres de sirop cuit, il faudrait alors journellement $\frac{2370}{50}$: soit 48 formes. Or, nous avons dit qu'une forme ne pourrait être épurée qu'en 30 jours : elle serait donc employée ce laps de temps pour chaque opération. Il faudrait ainsi 48 formes $\times$ 30 jours : soit 1440 formes bâtardes et autant de pots ou récipiens pour une fabrique qui exploiterait 4 millions de kilogrammes en 4 mois. Dans cette hypothèse, chaque forme servirait 4 fois par campagne ; et, pour ne pas en manquer, on en prendrait 1800. Si l'on avait une fabrication moins grande, on diminuerait proportionnellement le nombre de ces formes.

M. Mathieu de Dombasle, dans son excellente Instruction sur le sucre de betteraves, recommande des hottes en sapin pour la cristallisation du sirop de betteraves, et dit s'en être bien trouvé. Ces hottes, fabriquées à très bas prix dans les Vosges, ne sont guère susceptibles d'être employées que dans les contrées environnantes. Je dois dire d'ailleurs, à ce sujet, que tout vase

en bois me paraît impropre à la cristallisation des sirops, parce que un semblable vase, toujours composé de douves cerclées, subit, de la part de la chaleur, un mouvement qui déjoint les douves et qui établit autant de fissures à travers lesquelles le sirop s'infiltre pendant la purgation, au lieu de sortir par les ouvertures qu'on lui destine. Cette infiltration irrégulière des mélasses a un inconvénient extrêmement grave, reconnu depuis long-temps en raffinerie : c'est qu'une forme fendue latéralement, par exemple, ne s'épure jamais bien de sa mélasse. Ce phénomène est constant, et s'explique facilement ; je l'ai observé fréquemment, et il doit se reproduire souvent dans les sapins des Vosges et dans toutes les formes en bois.

Je me suis servi très souvent, pour les vergeoises de raffineries, de formes en bois de la dimension des vergeoises en poterie, que j'avais emplettées avec les débris d'une fabrique de sucre de betteraves qui avait existé dans les environs de Chauny. Pour éviter avec ces formes l'inconvénient que je viens de signaler, je les avais fait doubler intérieurement d'une couche de plâtre, et elles s'épuraient ainsi très bien ; mais le jeu du bois par la chaleur brisait quelquefois le plâtre, et alors se manifestait une purgation imparfaite.

Dans plusieurs fabriques de sucre de betteraves, on se sert encore de grandes formes en bois de chêne, cerclées, qui contiennent 200 litres, et, à chaque opération, on a soin de les faire rebattre solidement pour resserrer les douves. Avec cette précaution l'on évite assez bien la fuite du sirop par les joints, mais on ne le fait pas encore parfaitement. Cela est fâcheux; car des formes en bois de ce genre, si elles n'étaient pas sujettes à cet inconvénient, seraient, sans contredit, ce qu'on pourrait faire de mieux. En effet, leur grande capacité, qu'on ne peut obtenir avec des formes en terre, permet de serrer davantage la cuite, et favorise beaucoup une belle cristallisation; et elles favoriseraient aussi, par leur grand calibre, la purgation, si les douves ne se déjoignaient pas. Je ne recommanderai donc pas ce genre de formes, et je m'en tiendrai à signaler les bâtardes ou formes à vergeoises en poterie comme ce qu'il y a de mieux et de plus économique pour une fabrique de sucre de betteraves.

Achard opérait la cristallisation dans des formes différentes; mais comme le mode de cristallisation était lui-même différent de celui qui nous occupe maintenant, nous nous occuperons de sa méthode plus loin, dans un chapitre spécial.

SECTION II.

Manœuvre de l'empli des formes.

Lorsqu'on aura à mettre en formes un chaudron qui contiendra 1185 litres de sirop cuit, il faudra préparer un nombre de formes correspondant à cette quantité. Il en faudra donc 24, puisque chacune contient 50 litres.

Huit ou dix heures avant de faire l'empli, il faudra mettre ces 24 formes dans l'eau pour qu'elles s'en imprègnent. Cela se pratique dans un grand bac en bois, plein d'eau, qu'on nomme, à cause de son usage, *bac à formes*. Une heure ou deux avant l'empli, un ouvrier prend les formes une à une et les lave : alors il les porte dans l'empli, où il les place les unes près des autres, la pointe en haut.

Toutes ces formes sont percées d'un trou à leur pointe, et c'est par cette ouverture que la mélasse doit s'écouler ; mais, avant cela, il faut qu'elles soient remplies de sirop ; il faut donc boucher ce trou. Cela se fait avec de l'argile en pâte assez consistante, ou mieux avec un bon bouchon de liége.

Quand les formes sont ainsi bouchées, l'ouvrier d'empli les prend une à une et procède au *plantage*. On donne ce nom à l'opération qui

consiste à disposer dans l'empli les formes les unes près des autres, de manière à pouvoir y verser commodément le sirop. A cet effet, l'ouvrier choisit dans l'empli un pan de muraille libre; il commence par placer une forme dans l'un des coins, sur la pointe, de manière que la base du cône soit par-dessus, et parallèle, autant que possible, au plan horizontal. Contre cette forme et le pan de mur il en place une seconde, et ainsi de suite jusqu'à l'autre coin. Il a ainsi une ligne de formes qui sont accotées de deux côtés l'une par l'autre, et du troisième par la muraille. Devant cette ligne, qu'il a soutenue provisoirement par devant, à l'aide de quelques autres vieilles formes posées sur leurs bases, il place une seconde ligne de formes qui se trouvent ainsi accotées les unes par les autres et par la première ligne. Pour les soutenir par devant, et cela est indispensable pour leur équilibre, il place entre elles, de deux en deux, une forme de même calibre posée sur sa base. De cette manière, il a établi deux lignes de formes. Si les 24 nécessaires pour un empli n'étaient pas toutes employées avec ces deux lignes, il faudrait choisir un autre pan de mur contre lequel on disposerait le reste de la même manière, et sur deux lignes tout au plus. Dans cet état, les formes sont plantées et disposées à recevoir le sirop.

Alors un ouvrier s'arme de la spatule en fer, détache, à l'aide de cet instrument, le grain qui adhère au fond du chaudron rafraîchissoir, s'il y en a (ce qui arrive quand le sirop est de bonne qualité); il agite toute la masse, et continue à remuer jusqu'à ce que le chaudron soit vidé. Un second ouvrier prend un bassin d'empli, pose le bec de ce bassin sur le bord du chaudron, dans une position telle qu'il puisse être chargé de sirop; puis un troisième ouvrier puise, avec la louche, le sirop dans le chaudron, et en charge le bassin aux trois quarts de sa capacité à peu près. Quand le bassin est chargé, l'ouvrier qui le porte va le verser dans les formes, avec la précaution de ne pas tout mettre dans une même forme, mais de partager la charge de son bassin en deux ou trois formes. Après cela, il revient reprendre une nouvelle charge pour la distribuer encore sur deux ou trois formes, jusqu'à ce que toutes les 24 formes aient reçu une quantité de sirop cuit à peu près égale : c'est ce qu'on appelle une *ronde*. Quand cette ronde est terminée, il en recommence une seconde de la même manière, jusqu'à ce que les formes soient pleines, ce qui doit correspondre à la décharge complète du chaudron. Pour accélérer l'empli, il sera convenable de mettre deux hommes aux bassins. Ces deux ouvriers se suivent alors, et

pendant que l'un verse dans les formes, l'autre est en charge au chaudron. De cette manière, il n'y a pas d'interruption, et l'ouvrier qui charge les formes est moins fatigué.

Les autres emplis successifs se manœuvrent de la même manière; et lorsque les formes sont ainsi chargées, on les abandonne à elles-mêmes.

On doit aussi long-temps que les formes restent dans l'empli, y conserver une température modérée, c'est-à-dire 15 à 20°.

Ordinairement, quelques heures après l'empli des formes, le sirop qu'elles contiennent se recouvre d'une croûte cristalline, si la matière est de bonne qualité, et d'une simple peau si elle est moins riche. Dans tous les cas, le sucre doit commencer par cristalliser au fond de la forme et sur ses parois, de couche en couche, de sorte que 24 heures après l'empli toute la matière cristallisable, qui doit se former dans ce premier travail, est à peu près précipitée. Pendant ce temps, le sirop se refroidit, il y a contraction dans sa masse, et si les formes ont été emplies à une température convenable, cette contraction se manifeste à la surface par une légère dépression qui s'y forme vers le milieu. C'est là un caractère tout à la fois de bonne cuite et de bon empli: car si le sirop eût été trop cuit, ou qu'il eût été mis trop froid en formes, il n'y aurait

point de dépression. Le contraire arriverait, c'est-à-dire que la dépression serait trop grande si le sirop était cuit faiblement ou mis trop chaud en formes ; et il faut éviter ces deux extrêmes.

CHAPITRE XII.

Transport des formes dans les purgeries, et épuration du sucre brut.

Les formes, dans l'état où elles sont après le refroidissement dans l'empli, contiennent de la matière cristallisable noyée dans une eau mère, dont il faut la débarrasser. A cet effet, 36 ou 40 heures après l'empli, c'est-à-dire quand la température des formes est retombée à 20° environ, on les transporte dans la purgerie n° 1 (voyez plus loin la description d'une fabrique, et la planche 6), où elles doivent subir la première purgation. Là, on enlève les bouchons ou la terre glaise de la pointe du cône, puis on place chaque forme sur son pot ou récipient, de manière que la pointe du cône se trouve dans la gueule du pot. On fait en sorte de placer les formes dans une position verticale. Au reste, on les dispose en masse

dans la purgerie, en commençant par en former une ligne contre un pan de mur, puis une seconde, puis une troisième, etc.

Les formes, aussitôt qu'elles sont débouchées, donnent de la mélasse qui coule dans le récipient; et comme cette mélasse coule avec plus de vitesse au commencement, il faut veiller à changer les pots quand ils sont pleins. La première mélasse s'obtient ainsi avec assez de facilité; et au fur et à mesure que les pots sont pleins, on les remplace par d'autres, puis on les vide dans un vaste réservoir destiné à en contenir une grande quantité.

Ces formes doivent rester une quinzaine de jours dans la purgerie n° 1, où l'on ne doit conserver qu'une température de 12 à 15°. Là, elles donnent à peu près deux grands tiers de leur mélasse. La purgerie n° 1 doit se trouver autant que possible à proximité de l'empli, et la purgerie n° 2, dont nous allons parler, doit se trouver contiguë à la purgerie n° 1. Voyez la planche 6 où nous avons adopté cette disposition. F F est la purgerie n° 1, et G G le n° 2.

La purgerie n° 1, qui n'a qu'une température de 12 à 15°, ne peut pas séparer le sucre de toute la mélasse qui le noye, parce qu'il faut, pour cela, l'intervention d'une température plus haute qui, en liquéfiant la mélasse, facilite son écoulement.

C'est pour cela qu'après 15 jours de purgation dans la purgerie n° 1, on transporte les formes dans la purgerie n° 2, où l'on maintient une température de 40 à 50°. Là, on les place également sur des pots; mais, avant cela, il faut avoir soin, pour faciliter l'écoulement de la mélasse, d'enfoncer dans la pointe du cône une sonde calibrée pour le trou de la forme, et d'enlever ainsi une colonne de sucre de 15 à 20 centimètres. Dans les raffineries, on emploie pour cet usage une simple verge de fer que l'on appelle *prime*; mais il est préférable de se servir d'une sonde.

On laisse encore les formes pendant une quinzaine de jours dans la purgerie n° 2, en ayant soin de changer les récipiens quand ils sont pleins de mélasse. Après ce laps de temps, elles doivent être bien purgées, et il est temps d'en retirer le sucre brut.

Si, pendant le travail du changement de pots, on s'apercevait qu'une forme ne coulât pas, et par son poids et par l'inspection du récipient, c'est qu'elle serait bouchée, et il faudrait alors la repiquer avec la sonde. Il arrive assez fréquemment que ce repiquage est nécessaire.

Pour procéder avec facilité au changement de pots, on déplace les formes, et on les reporte d'un pan de mur à un autre.

Pour faciliter la vidange des pots dans le ré-

servoir à mélasses, on le dispose comme nous l'avons figuré, planche 6^{me} en E, fig. 1 et 3, dans une pièce voisine des purgeries, et dans chaque purgerie on établit une espèce de grand entonnoir muni d'un long tube qui porte la mélasse qu'on lui donne dans le grand réservoir. Cette disposition est très commode et évite beaucoup de main-d'œuvre.

Je ne parlerai pas ici du terrage, me proposant de traiter cette opération avec beaucoup de détails dans l'Art du Raffineur. Je dois dire cependant dès ce moment, à ce sujet, que le sucre brut de betteraves bien travaillé et bien épuré de sa mélasse, peut subir immédiatement avec une très grande facilité l'opération du terrage; et il serait possible, dans plusieurs circonstances, que les fabricans trouvassent de grands bénéfices à faire du sucre terré. M. Grenet de Toury a traité ainsi cette année la majeure partie de son sucre brut, et y a trouvé de grands avantages, parce que la rareté du sucre terré dans le commerce assignait à cette sorte de sucre une valeur qui n'était plus en rapport avec celle du sucre brut. Disons aussi que le sucre terré de betteraves peut être comparé, pour la qualité, au beau sucre de la Havane qui est tant recherché par les raffineurs, pour couvertures.

CHAPITRE XIII.

Lochage des formes et récolte du sucre brut.

Lorsque les formes ont subi une purgation complète, ce qu'on reconnaît à peu près à leur poids et à la quantité de sirop qu'elles ont fourni; il faut, pour en obtenir le sucre brut, les *locher*. On appelle ainsi l'opération qui consiste à placer les cônes sur leurs bases, à les laisser dans cette position pendant une heure ou deux, puis à les balancer en les secouant contre le plan sur lequel elles reposent. Ces balancemens et ces secousses ébranlent la masse de sucre qui se trouve dans la forme, et celle-ci finit par se séparer et par tomber sous son propre poids; elle se présente alors sous forme de pain.

Quand le pain de sucre brut est ainsi séparé du moule, on enlève celui-ci, et le pain est mis à découvert. Dans cet état, s'il est détaché en entier, il présente un pain de forme conique dont la couleur, plus ou moins blonde, est toujours différente de la base à la tête. En effet, le sucre le plus beau et le plus sec se trouve à la base, et

la couleur et la sécheresse vont toujours en décroissant vers la pointe. Celle-ci est même toujours humide, mais dans une longueur variable ; cette longueur est quelquefois de 20 à 25 centimètres. L'humidité de cette pointe ou tête de pain provient uniquement d'une quantité de mélasse plus ou moins grande qui y souille encore le sucre, et qui n'a pu se séparer pendant la purgation. Il est à remarquer que cette pointe grasse ne peut jamais s'épurer, et qu'elle est d'autant plus grande que le sirop a été plus cuit ou qu'il a été mis plus froid en formes. Tout ce qu'on peut faire, c'est de réduire sa longueur à l'aide de la température de 40 à 50° que nous avons recommandée pour la purgerie n° 2; mais quelque chose que l'on fasse, quelque bonne que soit la matière, et quelque parfaites que soient les opérations, il faut toujours qu'un pain ait une tête grasse ou sirupeuse.

Lorsque les formes sont ainsi lochées et les pains mis à découvert, on coupe les têtes sirupeuses qu'on remet dans une même forme, parce que si on les mélangeait avec la masse des pains, pour les mettre en magasin, elles altéreraient leur qualité et pourraient leur donner une humidité nuisible.

Il arrive souvent que la tête grasse adhère avec tant de viscosité contre les parois de la forme, qu'elle y reste; alors la partie du pain qui est

sèche tombe seule. Pour retirer cette tête de la forme, on se sert alors d'un grand couteau.

Il peut arriver encore assez souvent que le pain, au lieu de tomber d'un seul coup, ne tombe que par morceaux; alors on loche jusqu'à ce qu'on ne puisse plus rien obtenir de sec. Puis, s'il reste encore dans la forme du sucre brut avec la tête grasse, il faut l'enlever au couteau.

Avant de retourner les formes et de les locher, j'omettais de dire qu'il faut avoir soin de dégager la surface de la forme avec un couteau, c'est-à-dire de détacher le sucre sur cette surface des parois de la forme, parce qu'il présente là une telle adhérence qu'il pourrait empêcher le pain de tomber au lochage.

Il arrive aussi, assez souvent, que le pain, en tombant, laisse une croûte épaisse de sucre cristallisé adhérant fortement contre les parois intérieures de la forme. Ce sucre, qui est toujours sec et d'une cristallisation très nerveuse, doit être enlevé au couteau. Cette circonstance se présente toujours quand le sirop cuit faiblement a été mis fort chaud en formes.

Les têtes grasses, réunies dans des formes, peuvent être mises à épurer dans la purgerie n° 2, et là, elles peuvent donner, après un long laps de temps, un sucre brut assez commun. Je suis donc d'avis qu'il est plus convenable de les re-

mettre dans les jus en clarifications, et de les partager par petites parties dans ces clarifications. On pourrait encore les fondre dans de l'eau à la densité de 30°, les clarifier au noir et au sang, les cuire et les mettre en formes pour en retirer une très belle qualité de sucre brut.

Les pains et tout le sucre brut retirés des formes sont mis en magasin, d'où ils sont livrés au commerce, ou mis en chaudière dans la fabrique même, si l'on y raffine.

Si le sucre brut provient de jus déféqué à la chaux seulement, il s'épure très facilement de la mélasse, les grains paraissent plus nerveux, bien détachés, surtout quand l'excès de chaux est un peu fort; mais aussi dans ce cas les mélasses ne sont plus susceptibles d'être recuites; elles ont une saveur et une odeur désagréables, qu'on retrouve encore très énergiques dans le sucre brut; cette circonstance le ferait reconnaître et distinguer très facilement, dans le commerce, du sucre des colonies.

Il n'en est pas de même dans les procédés de défécation qui comportent l'emploi de l'acide sulfurique. Alors les mélasses peuvent être recuites et donner encore une cristallisation abondante. Elles n'ont pas la saveur mielleuse des mélasses de cannes; mais elles n'ont que peu ou point de la saveur et de l'odeur désagréables de celles

qui proviennent de jus déféqué à la seule chaux. Le sucre s'épure un peu moins facilement, son grain est peut-être un peu moins sec et moins détaché, mais son goût franc n'établit presque aucune différence avec le sucre de la canne.

En général, il y a toujours dans la fabrication du sucre de betteraves une différence entre la qualité du sucre fabriqué au commencement et celui fabriqué à la fin de la campagne. Cette différence provient de l'altération inévitable qui se produit dans la racine pendant la conservation, et qui diminue bien certainement la proportion de matière cristallisable contenue dans la betterave, de sorte qu'il n'est pas étonnant de voir les betteraves travaillées immédiatement après la récolte donner un sucre blond nerveux et bien cristallisé, tandis qu'à la fin de l'année on ne peut plus obtenir avec peine des mêmes betteraves qu'un sucre brun, faible et pâteux.

Quoi qu'il en soit d'ailleurs de ces nuances qui peuvent varier beaucoup, le sucre de betteraves est, à nuance égale, presque toujours préférable pour le raffinage au sucre brut des Antilles, et il donne constamment un plus grand produit en raffinés. J'ai travaillé de ce sucre, et j'ai bien reconnu cette différence. Il paraît même que aujourd'hui où la fabrication du sucre de betteraves se propage beaucoup, les raffineurs sont éclairés

sur sa valeur; car ils recherchent beaucoup cette espèce de sucre. Ce sera, je pense, un nouveau véhicule pour cette branche d'industrie qui trouvera facilement le placement de ses produits dans le commerce, sans devoir compliquer ses soins et sa fabrication de ceux du raffinage.

Il faut donc, si l'on veut multiplier les fabriques de sucre dans les campagnes, se borner à y établir la fabrication du sucre brut, qu'elles fourniraient ensuite en nature au commerce. Elles trouveront, dans cette méthode, plus d'avantage et de profit qu'à se livrer au raffinage, dont les opérations délicates et variées seront toujours mieux exécutées par les industrieux des villes.

Dans l'hypothèse admise d'une fabrication journalière de 2370 litres de sirop cuit provenant de 24000 litres de jus à 7° qui, recueillis à raison de 70° $\frac{0}{0}$, représentent un travail journalier de 34,285 kilogrammes de racines, on pourrait retirer le sucre à raison de 3 $\frac{1}{2}$ à 4 pour cent du premier jet avec de bons travaux. Ainsi, admettons 3 $\frac{1}{2}$ pour cent; on recueillerait, par chaque journée de travail, 1200 kilog. de sucre brut, sans compter le recuit des mélasses, dont nous parlerons plus loin; et ces mélasses à recuire s'élèveraient, par chaque journée, à 3377 kilogrammes — 1200 : soit 2177 kilogrammes ou 1656 litres à 1314 grammes au litre ou 35°.

Ainsi, comme on emplirait 48 formes toutes les 24 heures, chacune de ces formes rendrait en sucre $\frac{1200}{48}$: soit 25 kilogrammes de sucre brut; et en mélasse, 34 $\frac{1}{2}$ litres ou 45 kilog.

La récolte annuelle de sucre brut en premier jet, dans une semblable fabrication, serait donc, pour 120 jours de travail effectif, de 1200 $\times$ 120 : soit 144,000 kilogrammes. Nous n'établirons pas maintenant le compte de fabrication, parce qu'il nous manque encore le produit en sucre du recuit des mélasses, et celui de la mélasse elle-même.

CHAPITRE XIV.

Recuisson des mélasses.

Les mélasses ne pourront pas être retravaillées, pendant la durée des travaux, dans les manufactures où les appareils seront combinés de manière à être constamment employés. Il faudra donc, dans ce système de fabrication, attendre que la campagne soit achevée pour recuire les mélasses; et il faudra les mettre, à cet effet,

en réserve dans de vastes citernes, qui seront mieux placées dans des caves qu'en magasin, à la température de 10°, telle qu'on la trouve généralement au-dessous de la surface du sol dans nos contrées.

Ces réservoirs pourront être de grandes cuves en bois, doublées en cuivre ou en plomb, ou bien encore des citernes confectionnées solidement avec les mortiers hydrauliques, qui sont aujourd'hui bien connus.

Nous avons vu, dans le chapitre précédent, qu'une fabrication journalière de 24,000 litres de jus à 7° donnerait en mélasse première, j'appelle ainsi la mélasse fournie par le sucre brut du premier jet; qu'elle donnerait, dis-je, par chaque jour de fabrication, 1656 litres ou 2177 kilogrammes de mélasse. On aurait donc, avec un travail de 120 jours pour récolte annuelle de première mélasse, 198,720 litres ou 261,240 kilogrammes. On peut admettre qu'au moment où la récolte serait travaillée, et par conséquent au moment où l'on pourrait commencer à recuire les mélasses, il en resterait encore $\frac{1}{8}$ à couler, plus un autre huitième en pots, ce qui ferait $\frac{1}{4}$ de la masse à déduire des quantités ci-dessus, qui se réduiraient alors à 149,040 litres ou 195,930 kilogrammes. Ces quantités représentent les mélasses qu'il faudrait mettre en

réservoirs, et indiquent en même temps quelle dimension il faudrait donner à ces réservoirs. Ainsi, en en établissant 10, il faudrait qu'ils eussent encore chacun 15 mètres cubes de capacité; et, si l'on n'en faisait qu'un, il faudrait qu'il eût à peu près 150 mètres cubes.

De semblables réservoirs coûtent fort cher, et, si l'on ne voulait point utiliser cette méthode, il faudrait recuire les mélasses au fur et à mesure de leur écoulement, et monter une chaudière de cuite qui serait destinée à fonctionner constamment pendant la durée du travail pour le recuit des mélasses. Une chaudière de la dimension de celle que nous avons recommandée pour la cuite des sirops suffirait pour cet objet; car le sirop ayant peu d'eau à vaporiser pour arriver à la concentration de cuite, exigerait peu de temps d'ébullition.

En adoptant ce mode de travail, on aurait donc à recuire, chaque jour, 1656 litres de mélasse à 1314 g^{mes}, qui se composent comme suit :

	En poids.	En volume.
Matière solide...	1822 kilog.	1301 déc. cub.
Eau..........	355	355
	2177 kilog.	1656 déc. cub.

Il faut que ce sirop soit encore réduit à 44° froids, qui correspondent à 40° bouillans; et pour

cela il faut que la quantité d'eau se réduise à 230 kilogrammes ou litres, ce qui porte à 125 kilogrammes seulement l'eau à vaporiser.

Ce sirop ainsi réduit présentera encore un volume de 1531 litres et un poids de 2052 kilogrammes. Il devra être mis au chaudron, comme le premier sirop, y rester aussi 10 à 12 heures, et puis être versé en formes de la même manière.

Il faudra, pour recevoir ce recuit, $\frac{1531}{50}$: soit 31 formes par jour.

Ces formes exigeront plus de temps que celles au sirop neuf pour leur épuration, parce que le sucre exige plus de temps pour sa cristallisation; et il faut souvent attendre au moins 8 jours avant de déboucher une forme. Le sirop coule beaucoup plus lentement, et il ne faudra porter les cônes dans la purgerie n° 2, c'est-à-dire dans la purgerie chaude, que lorsqu'ils auront donné, au moins, les $\frac{2}{3}$ de leur mélasse.

Chacune de ces formes peut encore rendre de 12 à 15 kilogrammes de sucre brut, plus brun, plus léger, et d'un grain bien moins fort que le premier, mais, du reste, d'assez bonne qualité pour pouvoir subir le raffinage. Admettons que le rapport d'une forme ne soit que de 12 kilogrammes; on aura ainsi, pour produit en sucre

brut du second jet, 372 kilogrammes par jour, qui, multipliés par 120, donneront 44640 kilogrammes pour produit d'une année.

La mélasse recuite s'élèvera annuellement à 153,960 litres ou 201,600 kilogrammes. Cette mélasse, dans cet état, ne peut servir à autre chose qu'à la distillation; elle a un goût de caramel et une saveur âcre qui la font rejeter par le commerce.

J'ai remarqué une fois que des recuites de mélasses qui entraient en ébullition avec beaucoup de mousse, et présentaient par-là même beaucoup de difficultés à cause de leur montage, devenaient beaucoup plus faciles à cuire en étant délayées avec un peu d'eau au moment de leur mise en chaudière. Alors le premier bouillon était moins visqueux, il donnait plus facilement son écume; et aussitôt que la première écume était enlevée, le bouillon, de mousseux qu'il était d'abord, devenait plat et perlé, et la cuite s'achevait avec tout autant de facilités que si l'on eût opéré sur du sirop neuf. Cette pratique simple et facile pourra être adoptée dans des circonstances pareilles.

S'il arrivait que le sirop à recuire fût de qualité tellement mauvaise, ou eût subi des altérations tellement grandes qu'il ne pût pas être concentré et recuit, il ne faudrait pas, pour cela, renoncer

de suite à en retirer encore du sucre ; car il est très probable qu'en lui faisant subir l'opération de la clarification au charbon animal et au sang, il pourrait encore donner de très bons résultats.

A cet effet, il suffirait de le porter dans la chaudière de clarification, de l'y délayer avec de l'eau dans des proportions telles qu'il fût ramené à la densité de 34° froids ou 30° bouillans, puis de procéder à sa clarification et à sa filtration, comme nous l'avons dit dans les chapitres VII et VIII. Ces opérations améliorent la qualité du sirop et le disposent, par-là même, à une meilleure cuisson et à une cristallisation qui pourrait être nulle sans leur secours. La cuisson, au reste, s'opère exactement de même que pour le premier sirop. Il est bien entendu, je pense, qu'une semblable manœuvre étant beaucoup plus dispendieuse par le charbon animal, le sang ou le lait et le combustible qu'elle exige, on ne doit y avoir recours que comme à une ressource, c'est-à-dire lorsqu'on s'est assuré par expérience que la recuite directe des mélasses est impraticable pour le sirop sur lequel on opère.

Nous avons offert, daus ce chapitre, l'option entre les alternatives qui se présentent pour la recuite des mélasses, c'est-à-dire entre la recuite immédiate pendant la durée des travaux, et la recuite opérée seulement après le premier sucre

obtenu. L'une et l'autre de ces méthodes a sa face avantageuse et désavantageuse. Dans la première, il faudrait un supplément de chaudières de cuite, de chaudrons rafraîchissoirs, de formes et de locaux ; mais aussi, alors, les sirops étant recuits à fur et à mesure de leur écoulement du premier sucre, subissent plus facilement la recuite sans clarification et filtration. Dans la seconde, il faut des réservoirs, et les sirops, en y attendant la cuite pendant trois ou quatre mois, sont exposés à subir des altérations qui peuvent en rendre le travail impossible sans clarification et filtration, surtout lorsque l'année n'est pas très bonne. Si j'avais à choisir entre ces deux méthodes, je donnerais la préférence à la seconde, comme à celle que la question économique et la simplicité des travaux recommandent. En effet, les réservoirs coûtent bien moins cher, et exigent un supplément de local bien plus faible que les chaudières, les chaudrons et les formes de supplément ; et puis la recuite, succédant à la première extraction, exige un moins grand nombre d'ouvriers et répartit le travail sur un temps plus long, les mêmes ustensiles servent par-là même pendant six à sept mois au lieu de quatre ; et cet avantage est réel en spéculation.

Je recommanderai donc, de préférence, de mettre les mélasses en réservoirs, et d'attendre,

pour les recuire, que toutes les betteraves soient travaillées, dût-on même les reclarifier et les filtrer; et je supposerai dans la description d'une fabrique que je donnerai ci-après, je supposerai, dis-je, qu'on opère ainsi.

CHAPITRE XV.

Mode de cristallisation recommandé par Achard.

Nous avons vu précédemment quelles difficultés présente encore la cuisson du sirop de betteraves, même aujourd'hui, que l'emploi du charbon animal a beaucoup amélioré cette opération. Il arrive, en effet, encore quelquefois, qu'on ne peut pas l'effectuer; alors c'est qu'il prend à feu nu une viscosité telle qu'il s'attache aux chaudières, s'y caramélise, et perd par là même la majeure partie de sa matière cristallisable avant d'arriver au point de cuite convenable pour être mis en forme.

Qu'on se reporte à l'époque ou Achard établit sa fabrique, et qu'on observe les difficultés qu'il dut rencontrer dans la cuite à feu nu, à cette époque, où l'on ne connaissait pas l'emploi du

charbon animal et l'aide si utile de la petite chaudière à bascule, on concevra les motifs qui ont pu déterminer Achard à adopter la concentration à vapeur. L'espoir bien fondé, sans doute, de conserver par ce moyen la presque totalité de la matière cristallisable contenue dans la betterave, a paru à notre auteur préférable à une méthode qui pouvait la compromettre souvent.

Il avait donc recommandé la cuisson à la vapeur à la température de 70 à 80° Réaumur. On conçoit qu'à cette température l'opération devait être longue, puisque le sirop ne pouvait se concentrer que par une simple évaporation, sans jamais pouvoir entrer en ébullition. Aussi M. Achard n'avait-il pas recommandé de pousser jusqu'au point de cuite que nous avons donné précédemment, et qui correspond à 90° du thermomètre ou à 44° de l'aréomètre Baumé, parce que cette concentration n'eût pas pu être obtenue; il s'était donc borné à évaporer, dans son appareil à vapeur, jusqu'à la densité de 1348 grammes au litre, ce qui correspond à 38° de Baumé.

On conçoit qu'une semblable concentration n'était pas susceptible de donner, par un simple refroidissement, une quantité de cristaux sensible; de sorte que M. Achard, pour épuiser ce sirop de sa matière cristallisable, devait avoir

recours à une autre opération que celle que nous avons décrite précédemment, et qui consiste à faire refroidir le sirop et à le verser dans des formes.

Le mode de cristallisation auquel il eut recours consistait à distribuer le sirop concentré à 38° sur des vases métalliques et sous une couche très mince, puis à exposer ces vases dans une étuve à air chaud.

Là le sirop subissait une évaporation lente, et, aux diverses périodes de cette évaporation, il se formait, sur le fond et les parois des cristallisoirs, des couches cristallines; la surface du sirop se recouvrait aussi de croûtes minces de cristaux qu'on brisait à mesure de leur formation. Ces croûtes tombaient ainsi au fond des vases, et mettaient à nu une nouvelle surface de sirop, qui, par l'évaporation, donnait une nouvelle croûte; et ainsi de suite. Cette opération était longue, mais l'on finissait, par ce moyen, par avoir une masse formée de cristaux de sucre très nerveux et de mélasse. Lorsque ce résultat était obtenu, et que la cristallisation paraissait vouloir s'arrêter, on versait cette masse dans des formes de terre semblables à celles que nous avons décrites précédemment; et là la mélasse se séparait du sucre.

M. Achard appelait ce mode de cristallisation

cristallisation régulière, pour la distinguer de celle opérée en formes, et qu'il appelait *cristallisation confuse*. Dans l'une, en effet, l'agrégation de molécules cristallines s'opère dans l'espace d'un mois ou deux, tandis que, dans l'autre, elle est terminée en 24 ou 48 heures. Dans l'une, aussi, les cristaux sont le plus souvent assez gros, tandis que, dans l'autre, ils sont plus divisés.

M. Crespel d'Arras avait adopté, dès l'année 1811, le procédé de fabrication de M. Achard, à quelques changemens près, et il avait pris aussi sa cristallisation régulière. Seulement, comme il ne concentrait pas à la vapeur, et qu'il clarifiait par précipitation, lorsque son sirop était arrivé à 31° bouillant, il arrêtait la concentration, le déposait dans des futailles doublées en plomb et exposées à une température modérée. Chaque futaille contenait le produit d'une journée de fabrication, et on y laissait le sirop à reposer pendant 10 jours, temps nécessaire pour que les matières qui en troublaient la transparence pussent se déposer.

Je reprends, à ce sujet, le texte du rapport fait à la Société d'Arras sur la fabrique de M. Crespel.

« Des robinets placés à différentes hauteurs » au-dessus du fond des futailles permettent de

» tirer le sirop au clair. Les sédimens de chaque » tonneau sont partagés en deux parties, qu'on » verse chaque jour dans les deux chaudières de » clarification, afin qu'une seconde opération en » enlève encore la matière sucrée qu'ils peuvent » contenir. L'ordre de la fabrique ne permet pas » de les soumettre à une clarification particu- » lière.

» M. Crespel cristallise ses sirops par le pro- » cédé que M. Achard appelle *cristallisation ré- » gulière ;* c'est-à-dire en versant le sirop con- » centré dans des vases plats, et en les soumettant » à une évaporation lente. Par ce moyen, il » obtient un sucre brut sous la forme de cris- » taux candis (1).

» On verse les 440 ou 480 litres de sirop con- » centré (2) dans des vases évaporatoires qui ont » $0^m,62$ de longueur sur $0^m,47$ de largeur, et » qui présentent ainsi une surface de 29 déci- » mètres carrés ; on en met environ 20 litres » dans chaque vase. Ainsi l'ouvrage d'un jour

(1) Cela n'est pas tout-à-fait exact; il se trouve seulement çà et là, dans le sucre brut, quelques petits cristaux analogues à ceux du sucre candi.

(2) Ce sirop était concentré à 31° bouillant ou 35° froid; c'est 3° de moins que la concentration indiquée par Achard.

» en exige une vingtaine, et le service de l'an-
» née en exige 7 à 800. Il est bon d'observer
» que ce nombre ne suffirait pas si l'on voulait
» cristalliser à mesure qu'on forme des sirops;
» mais on tient ceux-ci en réserve dans de vastes
» cuves ou dans des tonneaux doublés en plomb,
» et l'on continue les travaux de cristallisation
» pendant une partie de l'été (1).

» Ces vases sont portés à l'étuve et placés sur
» des rayons dont la distance verticale est de 16
» à 20 centimètres. Cette étuve, placée au-des-
» sus de la pièce où déposent les sirops, est en-
» tretenue à une température de 25 à 30° de
» Réaumur.

» Chaque jour il se forme, à la surface des
» vases, une croûte de cristaux, qui, en s'op-
» posant à l'action de l'air sur le liquide, re-
» tarderait l'évaporation, si l'on n'avait le soin
» de la briser avec une spatule en bois, et de la
» précipiter au fond des vases, où les cristaux
» acquièrent plus de consistance.

» Après un séjour de six semaines, les vases
» ne présentent plus qu'une masse de cristaux

---

(1) M. Crespel ne travaillait alors que 500,000 kilog. de racines : qu'on juge par-là du temps et de la quantité d'appareils que cette méthode exige!

» mélangée de beaucoup de matière sucrée non » cristallisable.

» On verse ce magma dans des sacs de toile, » qu'on place entre des claies, et l'on sépare les » cristaux de la mélasse en soumettant le tout » à une presse.

» On forme des piles de 20 sacs, qui contien- » nent le magma de 20 vases à cristallisation » ou produit du travail d'un jour. Après avoir » laissé une pile pendant 24 heures sous la » presse, on verse les cristaux restés dans les » sacs de la pile dans d'autres sacs, et on les » soumet à une seconde pression, dont la durée » est de 24 heures; deux presses à vis suffisent » pour ce service journalier pendant les 110 » jours de fabrication. A la fin des travaux, » toutes les presses qui étaient occupées à la pres- » sion des pulpes et des écumes servent au même » usage.

» Ces 20 sacs ont alors laissé écouler environ » 150 kilogrammes de mélasse, et contiennent » 200 à 250 kilogrammes d'un sucre brut d'un » jaune clair, d'une saveur agréable et douce, » et propre à être livré au commerce.

» Ainsi, M. Crespel obtient, en moins de » deux mois, de betteraves récoltées dans les » environs d'Arras, un sucre brut comparable, » pour la qualité, au sucre brut de même cou-

» leur qui vient des colonies, et la saveur en est » moins âcre que celle de ce dernier, dans lequel » on sent encore fortement la présence du vesou; » et, sans autre épuration, il pourrait servir » aux mêmes usages que le sucre terré. Les raf- » fineurs le recherchent, parce que, sous le » même poids, il contient beaucoup plus de » matière sucrée cristallisable (1). »

On peut juger par-là que les travaux de M. Crespel, d'après la méthode d'Achard, avaient déjà bien amélioré cette méthode en supprimant l'évaporation à vapeur, qui rendait le procédé impraticable. En effet, je ne prétends pas qu'on ne puisse pas évaporer par la vapeur avec avantage,

---

(1) Ces assertions sont généralement vraies pour tous les sucres de betteraves bien préparés. Ces sucres sont plus purs que ceux de cannes, parce que les sirops sont clarifiés, dans nos fabriques, avec plus de soin, de sorte que le sucre de betteraves ne contient, pour toute impureté, que la mélasse qui le salit, tandis que celui des colonies contient en outre beaucoup d'ordures et de poussière. Quant à la richesse saccharine plus grande, qui rend généralement le sucre de betteraves supérieur pour la chaudière à celui des colonies, cela tient à diverses causes. La première est celle que nous venons de signaler pour la pureté; une autre dépend des altérations que subit le sucre de cannes dans le transport; une autre encore dépend de la différence des procédés d'extraction, etc., etc.

ce serait là une assertion erronée qui trouverait des démentis formels dans beaucoup de manufactures anglaises ; mais je crois que l'appareil à vapeur indiqué par le chimiste prussien pour la concentration des sirops de betteraves n'était rien moins que propre à donner un résultat bon et économique. M. Crespel avait donc agi très raisonnablement en élaguant cet appareil et en lui préférant le feu nu. Remarquons cependant que ce manufacturier éclairé, évitant l'écueil auquel Achard avait opposé la cuite à vapeur, ne concentrait dans ses chaudières que jusqu'à 31°, au lieu de le faire jusqu'à 38°, et que, jusqu'à cette densité, le sirop de betteraves peut toujours supporter l'ébullition à feu nu sans inconvéniens ni difficultés, à moins que le sirop ne soit très mal déféqué, ou bien qu'il soit altéré.

M. Crespel suivit ce mode d'opérer la cristallisation jusqu'à ces dernières années, et l'extension qu'il donna depuis à son établissement, de même que sa prospérité, prouvent que cette méthode était, sinon la meilleure, au moins assez parfaite pour être adoptée en manufacture. Cependant, entre autres changemens utiles que M. Crespel paraît avoir introduits dans sa manufacture depuis quelques années, on remarque la substitution partielle de la cristallisation confuse à la cristallisation régulière; et cette cristallisation

confuse s'opère comme nous l'avons expliqué précédemment.

J'ai décrit aussi précédemment, et en leurs lieux, toutes les opérations de M. Crespel; et je l'ai fait d'après un rapport qui est déjà un peu ancien. Je vais ici reproduire rapidement l'exposé des opérations de cet industrieux fabricant, telles qu'il les pratique aujourd'hui, et d'après les renseignemens que j'ai pris dans sa fabrique, ou qu'il a eu l'obligeance de me communiquer.

Il a travaillé, cette année, 5 millions de livres de betteraves.

Ses racines sont débitées par deux râpes de Thierry, qui marchent par un manége de la force de quatre chevaux attelés.

Des presses à vis extraient le jus en une seule opération, et M. Crespel se sert de ces presses à défaut de presses hydrauliques, qu'il reconnaît cependant être bien préférables à toutes les autres.

Le jus, au sortir de la presse, est acidifié à froid par 200 grammes d'acide sulfurique pour 100 litres de jus; puis on le porte dans des chaudières de défécation qui contiennent 1800 litres chacune. Là on verse dans le jus froid un lait de chaux formé de 200 à 225 grammes de chaux pour chaque hectolitre de jus; puis on chauffe pour déféquer et tirer au clair, comme on le sait. Dans cette

défécation on ajoute au jus, lorsqu'il porte 70° de chaleur environ, le noir qui a servi à d'autres clarifications, puis un peu de sang de bœuf.

Le jus tiré au clair est porté dans des chaudières évaporatoires à bascules, où l'on mène l'évaporation grand train; et lorsque le sirop y a pris une densité de 20° bouillant environ, on réunit les sirops de plusieurs bascules en une seule, où l'on effectue la clarification au charbon animal et au sang de bœuf.

Lorsque cette clarification est faite, on retire le feu de dessous la bascule, puis on y abandonne le sirop pendant quelque temps, pour qu'il dépose au fond de la chaudière la majeure partie des matières qu'il retient en suspension. Cela fait, on jette le jus clair sur un blanchet de laine fixé sur un treillis d'osier, qui est lui-même superposé à un réservoir. On conçoit que ce filtre favorise, par son exposition à l'air libre, le refroidissement du sirop, et qu'il ne vaut pas, sous ce rapport, celui que nous avons décrit, et dans lequel on peut sans difficulté jeter toute la masse du sirop clarifié sans attendre qu'elle se sépare, dans la chaudière à clarifier, d'une partie de sa matière solide.

Le jus clarifié et filtré est porté dans une chaudière à bascule pareille aux bascules de concentration, pour y subir la cuite. Là, lorsque le

sirop arrive à 30 ou 31°, si par un bouillon sec le sirop annonce qu'il pourra supporter les derniers degrés de concentration, c'est-à-dire la cuite, et donner, par conséquent, les preuves, on continue l'opération et on l'amène jusqu'à ce point. Si au contraire un bouillon gras et mousseux fait présager que la cuite sera mauvaise et difficile, on décharge la chaudière, et l'on porte le sirop à l'étuve sur les cristallisoirs, pour y subir la cristallisation paisible.

Dans l'autre cas, les sirops cuits sont réunis au chaudron, puis coulés en formes à la fin de la journée, comme nous l'avons expliqué.

Ce mode d'opérer est très bien entendu, et il garantit au fabricant des produits constamment bons avec des jus de qualités inégales. Mais il y a là une difficulté : c'est de régler les appareils avec les besoins de la fabrique; car comment peut-on savoir d'avance quelle sera la masse de sirop qui, pendant une campagne, sera et ne sera pas difficile à cuire? Cette difficulté me paraît être un obstacle à l'adoption de la méthode de M. Crespel, à moins qu'on ne monte la fabrique pour travailler le sirop moitié en cristallisoirs et moitié en formes; car si l'on ne prenait point une base fixe, semblable ou analogue, il faudrait absolument avoir, dans la fabrique, des appareils en réserve et dans l'inaction.

M. Crespel retire encore, des mélasses qui découlent de ses sucres cristallisés confusément, une grande quantité de sucre; et il m'a assuré qu'il l'obtenait en portant ces mélasses à l'étuve sur ses cristallisoirs. Je m'exprime de cette manière parce que ce mode d'opérer ne m'a pas paru conforme à la théorie qu'on pourrait établir sur la cristallisation des sucres. Cette méthode est aussi contradictoire avec des opérations assez parfaites du raffinage. Au demeurant, il paraît certain que les mélasses peuvent être traitées par ce moyen; mais il est certain aussi, comme je l'ai expliqué plus haut, qu'elles peuvent le plus souvent être recuites, remises en formes, et donner une cristallisation abondante.

CHAPITRE XVI.

Emploi des pulpes pour la nourriture des bestiaux.

On sait, depuis de longues années, que la betterave est une excellente nourriture pour le gros bétail; aussi toutes les contrées où les pratiques agricoles ont acquis quelque perfection culti-

vent-elles cette racine précieuse, qui amende la terre, l'occupe peu de temps, et fournit une nourriture qui est tout-à-la-fois saine et abondante.

La fabrication du sucre de betteraves, outre les avantages remarquables qu'elle présente à l'industrie manufacturière, présente encore cet avantage immense à l'industrie agricole, qu'elle n'enlève aux betteraves qu'une partie de leur matière nutritive, et qu'elle fournit, pendant 3 ou 4 mois de la saison morte, une nourriture humide qui peut engraisser les bestiaux ou conserver aux vaches le lait que les alimens secs leur font souvent perdre complétement.

Un bœuf consomme journellement environ 25 kilogrammes de pulpes, et un mouton 5 kilogrammes. Il est convenable d'ajouter à la ration du bœuf par jour, quand il est à l'engrais, un tourteau (1) à un tourteau et demi de lin. Chaque tourteau pèse un kilogramme. Cette addition rend la pulpe plus nutritive, et l'animal paraît la prendre avec plus de plaisir.

---

(1) On donne le nom de tourteau au parenchyme des graines oléagineuses qui, par la séparation du principe gras, est aggloméré sous forme de carrés longs et plats. Chacun de ces tourteaux, qui ont la consistance du biscuit, pèse environ un kilogramme ; et l'on a soin de les briser avant de les donner aux bestiaux.

Je pense, qu'un autre moyen de rendre la pulpe plus nutritive serait de la cuire ; et cette opération serait très facile à pratiquer avec un appareil à vapeur. On sait ce que la cuisson produit dans les alimens soit végétaux ou animaux, et l'on a été à même de reconnaître, par beaucoup d'expériences, que les pommes de terre cuites sont infiniment préférables pour la nourriture des bestiaux que lorsqu'elles sont crues. La betterave a, comme la pomme de terre, quelque chose d'âcre que la cuisson efface ou atténue. Je pense donc, par analogie, qu'il serait très utile de cuire la pulpe ; on pourrait néanmoins, dans cet état, y ajouter avec avantage des tourteaux.

En supposant qu'on emploie du charbon de terre comme combustible, et que ce charbon coûte 5 centimes le kilogramme, la cuisson de 1000 kilogrammes de pulpes par la vapeur ne coûterait pas plus de 70 centimes, ce qui serait une dépense très faible. Quant à l'appareil, il serait très simple à établir : il pourrait se composer d'un tonneau où l'on introduirait les pulpes, et d'une chaudière à vapeurs qui, à l'aide d'un tuyau, porterait ses vapeurs dans le tonneau. Cet appareil, au reste, pourrait être en tout pareil à celui que j'ai décrit, dans mon Art du Distillateur, pour la cuisson des pommes de terre.

En évaluant le jus retiré de la betterave à rai-

son de 70 pour 100, 1000 kilogrammes de cette racine rendront 30 pour 100 de pulpe ou 300 kilogrammes. Ainsi, une fabrique qui travaillerait journellement, comme nous l'avons supposé plus haut, avec notre grande batterie, 34000 kilogrammes, aurait 10200 kilogrammes de pulpes, c'est-à-dire de quoi nourrir 400 bœufs ou 2000 moutons. Une fabrique qui, avec la même batterie, ne travaillerait pas d'une manière continue, et qui ne traiterait, par conséquent, que 17000 kilogrammes de betteraves en 24 heures, ou 12000 litres de jus, récolterait 5100 kilog. de pulpe, c'est-à-dire de quoi nourrir 200 bœufs ou 1000 moutons. Ainsi encore une fabrique moyenne qui travaillerait avec une petite batterie, et d'une manière intermittente, 6000 litres de jus par 24 heures, ou 8500 kilogrammes de racines, aurait chaque jour 2550 kilogrammes de pulpe, qui pourraient nourrir 100 bœufs ou 500 moutons, ou bien encore simultanément 50 bœufs et 250 moutons, ce qui serait très facile à trouver dans une ferme.

Les cochons sont aussi très-avides de la pulpe de la betterave, et s'engraissent parfaitement avec cette nourriture.

Le laps de temps que nous avons fixé, d'après des données d'une saine expérience, à 4 mois ou 120 jours pour la durée d'une campagne,

s'accorde aussi parfaitement avec l'engrais des bœufs, lequel peut facilement s'opérer en 4 mois; car, après 3 mois, il arrive souvent qu'ils sont déjà assez gras pour être vendus : de sorte que, dans cette fabrication, on pourrait acheter des bêtes maigres au moment du travail, en automne, et les vendre grasses au commencement de l'hiver ou dans le courant de février (1).

Si l'on ne voulait pas nourrir une quantité de bestiaux aussi grande, ou qu'on ne voulût pas même s'occuper du tout de ce soin, il serait toujours très facile de vendre la pulpe aux petits fermiers ou aux nourrisseurs. Témoin la pulpe des féculeries, qui trouve aujourd'hui une vente très

---

(1) Un bœuf maigre, terme moyen, peut peser 340 kilogrammes; engraissé, il peut facilement prendre 500 kilogrammes, ce qui porte l'engrais à 160 kilogrammes. Si l'on considère qu'un bœuf engraissé par quatre mois de nourriture de pulpes en a consommé, au bout de ce temps, 3000 kilogrammes, et que l'on compte le tourteau qui l'a nourri simultanément comme concourant pour moitié à la production de la graisse, on reconnaîtra que 3000 kilogrammes de pulpes peuvent produire 80 kilogrammes de viande, graisse ou suif. Ainsi, dans ce cas, un kilogramme de matière animale serait le produit de 38 kilogrammes de pulpes ou de 126 kilogrammes de betteraves. De là on peut tirer que le rapport du produit de la betterave en sucre est à celui en viande comme 5,04 : 1.

facile; et nul doute qu'il n'en fût de même de la pulpe des betteraves.

M. Crespel assure avoir vendu la sienne à raison de 15 fr. les 100 kilogrammes. Il ajoute que celle qu'il a employée lui-même à l'engrais des bestiaux lui a rendu 24 fr. des 100 kilogrammes, et cela est facile à concevoir; en évaluant cette pulpe seulement à 15 francs, nous trouverons qu'une fabrique qui travaille 34000 kilogrammes de racines par chaque jour, fait pour une valeur de 153 francs de pulpes; celle qui travaillerait 17000 en aurait pour 76 francs 50 cent.; et enfin celle qui travaillerait 8500 en aurait pour 38 francs 25 cent., ce qui serait déjà un produit remarquable, car il constitue le quart de la valeur de la racine, estimée à 18 fr. les 1000 kilogrammes.

La pulpe peut très bien se conserver pendant deux et même trois mois, en la déposant dans des fosses où on l'entasse fortement. On conserve très bien dans le Nord, par ce moyen, les drèches de brasseurs, et on les conserve même en été pendant un mois ou six semaines. Ces nourritures ainsi conservées prennent une saveur aigrelette, et ne paraissent point déplaire par-là aux animaux qui les consomment, ni agir d'une manière nuisible sur leur santé. M. Mathieu de Dombasle dit aussi avoir très bien conservé des

pulpes par ce moyen; et l'on ne doit, à cet égard, conserver aucune espèce de doute.

CHAPITRE XVII.

Fabrique pour exploiter en 120 jours 4114200 kil. de racines, avec ou sans continuité.

Après avoir fourni, dans les chapitres précédens, toutes les instructions propres à guider un entrepreneur dans l'établissement de sa fabrique et dans l'organisation et la direction de ses travaux; après lui avoir fourni les moyens d'évaluer les dimensions des meilleurs appareils et de proportionner leur nombre à l'importance de ses travaux, nous avons pensé qu'il serait utile de présenter la disposition de ces appareils et leur ordre dans une fabrique bien organisée.

Nous allons donc nous occuper de donner cette disposition. Nous commencerons par décrire les bâtimens et leurs spécialités; puis nous donnerons l'inventaire du mobilier qui lui est utile, avec sa valeur; nous évaluerons les frais que cette fabrique exige, de même que ses produits, et nous arriverons par-là à établir la question

économique. Nous commencerons d'abord par appliquer ces descriptions et ces calculs, dans ce chapitre, à une grande manufacture dans les deux hypothèses : ou 1° de la continuité, ou 2° de l'intermittence ou non continuité. Ces deux objets fourniront la matière des deux sections suivantes de ce chapitre.

Ce que nous aurons fait dans ce chapitre pour une grande manufacture, nous le ferons dans les chapitres suivans : 1° pour une manufacture moyenne, et 2° pour une petite.

Nous trouverons, dans les résultats de ces chapitres, les moyens de reconnaître le mode de production le plus économique, en nous en rendant en même temps un compte exact; et les comptes que je fournirai ne présenteront rien d'hypothétique : ils seront établis d'après les données de l'expérience; et s'ils sont susceptibles de varier dans quelques élémens, cela dépendra des localités, et l'entrepreneur pourra toujours y apporter les modifications utiles.

SECTION PREMIÈRE.

Exploitation avec continuité.

Pour cette manufacture je supposerai, comme je l'ai fait constamment dans le corps de cet ouvrage, que la fabrique soit montée sur une

échelle telle qu'elle puisse travailler d'une manière continue, en 24 heures, 24000 litres de jus, c'est-à-dire 34285 kilogrammes de racines par jour, ou 4,114,200 kilogrammes par 120 jours de travail, en admettant qu'on obtienne le jus à raison de 70 pour 100. Cette fabrique serait d'une assez grande importance; et quoiqu'il n'en existe pas encore en France qui soient montées sur ce pied, j'ai cru, cependant, devoir donner de préférence d'abord la description d'une fabrique semblable, parce que son établissement serait une chose non-seulement très possible et très praticable, mais encore plus avantageuse que d'autres fabriques d'une plus petite dimension, ainsi qu'on pourra s'en assurer par les comptes que je produirai plus loin.

Nous allons donner :

1°. La description des bâtimens.

2°. La question économique de fabrication.

1°. *Description des bâtimens.*

(Voyez la planche 6, figures 1, 2 et 3.)

La figure 1re représente le rez-de-chaussée.

La figure 2 représente le premier étage.

La figure 3 représente la coupe.

Les mêmes lettres désignent les mêmes pièces dans les trois figures.

A. Pièce où se trouve un manége.

B. Halle aux râpes et aux presses.

C. Halle aux chaudières et aux filtres.

D. Empli des formes.

E. Magasin aux mélasses.

F.F. Purgerie n° 1.

G,G,G. Purgerie n° 2.

H. Pièce pour l'extraction du sucre brut.

I. Magasin au sucre brut.

Je n'ai pas fait figurer, dans ce plan, l'écurie utile pour les chevaux du manége, la pièce utile pour le nettoiement des racines, les étables pour les bestiaux à l'engrais, ni la distillerie des mélasses, qu'il est toujours convenable d'adjoindre à une fabrique de sucre de betteraves. La disposition de ces locaux est si simple qu'on la concevra bien sans figures.

On pourrait les annexer sur la même ligne aux deux extrémités du bâtiment en K et en J; mais il sera plus convenable, pour renfermer la fabrique dans un carré, de les rapporter à équerre aux deux extrémités du bâtiment en L,L et M,M. Dans ce cas, on placerait en M,M, 1°. l'écurie; 2°. l'atelier aux nettoyeuses; 3°. enfin, en suivant sur la même ligne, un vaste magasin utile pour renfermer la récolte des racines, ou au moins la majeure partie.

En L,L, on placerait la distillerie qui se composerait elle-même de deux pièces, l'une la halle

aux chaudières, et l'autre le cellier aux fermentations. Enfin, en suivant sur la même ligne, on disposerait une étable d'une dimension proportionnée au nombre de bestiaux qu'on voudrait mettre à l'engrais.

De cette manière tout serait pour le mieux ; on aurait le magasin aux betteraves et l'atelier de nettoyage du côté du manége et des râpes, et la distillerie se trouverait elle-même à proximité du réservoir à mélasses. Voyons maintenant à donner les descriptions isolées de chacune des parties distinctes de la fabrique.

A. *Manége.* — Ce manége doit être de la force de quatre chevaux, pour pouvoir mettre en mouvement une bonne râpe comme celle de M. Molard ou de M. Odobbel. Il serait convenable de plus, dans une fabrique bien organisée, de reprendre sur ce manége la force utile pour le mouvement des presses hydrauliques, de même qu'on le fait dans les huileries, où cette presse est usitée.

B. *Halle aux râpes et aux presses.* — Une bonne râpe de M. Odobbel ou de M. Molard, représentée en *a*, suffira pour débiter 34000 kilogrammes en 24 heures. Si l'on utilisait les râpes de Thierry, il en faudrait deux pour faire la même besogne.

b et *b* sont deux bacs à préparer les sacs ; ces deux bacs suffiront pour le service des quatre presses.

c,c,c,c. Quatre presses hydrauliques qui communiquent par des conduits avec le réservoir *d*, où elles portent leur jus.

d. Réservoir à jus qui peut en contenir deux mille litres.

e. Escalier établissant une communication avec le premier étage.

f. Tracas ou trappe pour le service d'une poulie destinée à descendre les formes, le sucre brut, etc.

C. *Halle aux chaudières et aux filtres*. — *g,g,g*. Trois chaudières de défécation montées sur leurs fourneaux.

h,h. Six filtres aux écumes communiquant avec le réservoir *i*, où ils portent le jus clair qu'ils fournissent.

i. Réservoir à jus.

j. Batterie évaporatoire composée de sept chaudières à bascules disposées sur trois lignes. La première ligne se compose de quatre chaudières 1,1,1,1 ; la seconde se compose des deux chaudières 2,2 ; et la troisième n'a qu'une chaudière numérotée 3. Ces chaudières sont représentées montées sur leurs fourneaux.

k. Huit filtres disposés sur une même ligne, munis de leurs robinets et bascules, et communiquant avec le réservoir *l*, destiné à recevoir le jus, qu'ils fournissent clair.

l. Réservoir au sirop concentré, clarifié et filtré.

m. Deux chaudières de cuite, numérotées 4 4, et montées sur leurs fourneaux. En *m* se trouve une pompe qui va puiser le jus dans le réservoir *l*, pour le déposer dans les chaudières de cuite au fur et à mesure que cela est nécessaire.

D. *Empli des formes*. — *n n*. Deux chaudrons d'empli placés pour recevoir directement le sirop fourni par les chaudières de cuite. Il sera convenable d'en avoir un troisième de rechange.

o. Escalier.

p. Tracas ou trappe muni d'une poulie destinée à monter les formes dans les purgeries.

Lorsqu'on plante les formes pour les emplir, on les dispose comme je l'ai figuré dans le plan, fig. 1re.

E. *Réservoir à mélasses*. — Ce réservoir est de toute la dimension de la pièce E; il représente, par conséquent, un carré de 10 mètres; de côté, il a pour profondeur un mètre et demi. Dans cet état il peut contenir en réserve 150000 litres de mélasse, ce qui est utile à la fabrique, en admettant qu'on ne commence à cuire les mélasses que lorsque toutes les racines sont travaillées.

On voit, par la coupe de ce réservoir représenté fig. 3, qu'il est enterré dans le sol, et que sa surface se trouve au niveau du sol, de sorte

que l'on pourra établir au-dessus de ce réservoir un fort plancher, à l'aide d'un gîtage solide, et déposer encore par-dessus des barriques pleines de sirop. S'il arrivait que ces barriques vinssent à couler en se déjoignant, le sirop coulerait naturellement dans le réservoir, et ne serait pas perdu.

La pièce E pourra donc, outre sa fonction de renfermer le réservoir à mélasses, servir encore de magasin pour ce produit mis en barriques.

Il sera convenable de donner au réservoir une inclinaison vers l'un de ses coins.

F. F. *Purgerie*, n°. 1. — Cette purgerie est destinée à recevoir et à conserver les formes pendant la première quinzaine de leur purgation. Sa dimension est telle qu'elle peut contenir de 8 à 900 formes, et même plus à la rigueur; de sorte qu'elle sera toujours d'une dimension suffisante pour la fabrique, qui n'aura besoin que d'en placer 1500 environ dans les deux purgeries.

Les formes devront y être disposées en deux masses *q* et *q*, *q'* et *q'*, comme je l'ai représenté dans le plan.

Au milieu de cette purgerie devra se trouver un calorifère *r* destiné à maintenir, dans le local, la température douce de 15 à 20°, utile pour l'écoulement facile de la mélasse.

Dans cette pièce sont aussi figurés l'escalier *o*

et la trappe *p* destinée à transmettre les formes de l'empli D à la purgerie F. F.

G. G. G. *Purgerie*, n° 2. — C'est dans cette purgerie que les formes, après avoir donné leur première mélasse par un séjour de 15 jours dans la purgerie, n° 1, viennent achever de s'épurer. On les y groupe à cet effet en deux masses *s s* et *s' s'*.

Cette purgerie est plus grande que l'autre, puisqu'elle pourrait contenir jusqu'à 11 ou 1200 formes; et cela est utile, parce qu'il arrive quelquefois que des formes ont de la peine à s'épurer, et exigent pour cela un laps de temps plus grand qu'un mois. Alors c'est dans cette purgerie, n° 2, qu'on laisse ces formes.

Il est convenable d'y maintenir constamment une haute température, c'est-à-dire, 40 à 45°, afin de séparer le mieux possible le sucre brut de sa mélasse ; et cela ne peut s'obtenir bien qu'à l'aide d'une forte chaleur.

Pour obtenir cette température, on établira dans le local les calorifères *t* et *t*, et l'on aura soin d'éviter les déperditions de chaleur par les portes et les fenêtres. Cette pièce devra être bien close de toutes parts. Elle doit communiquer d'une part avec la pièce F F, et de l'autre avec la pièce H.

H. *Pièce de travail pour l'extraction du sucre*

brut. — C'est dans cette pièce, qui communique avec la purgerie G, que l'on transporte les formes lorsqu'elles sont bien épurées de leur mélasse. Là, on les retourne comme nous l'avons expliqué précédemment; on les loche, et on enlève par ce moyen tout le sucre brut épuré qu'elles contiennent. Lorsque ces formes sont ainsi vidées, on les dispose en piles; puis on les descend par la trappe *f* pour les faire servir à de nouvelles opérations.

f. Trappe.

e. Escalier.

C'est dans ce local encore que se trouvent des balances pour peser le sucre brut que l'on expédie lorsqu'on ne le raffine pas dans la fabrique; et c'est là qu'on le pèse encore pour en évaluer la quantité utile à une chaudière de clarification, lorsqu'on veut la soumettre à l'opération du raffinage.

Cette pièce est donc une espèce de magasin indispensable.

I. *Magasin au sucre brut.* — Ce magasin, destiné à recevoir le sucre brut, peut être divisé en trois ou quatre parties par des cloisons de bois qui y formeraient autant de cases distinctes; et là on séparerait les diverses qualités de sucre que peut fournir une forme, si on le jugeait convenable. Ainsi, dans une forme, le sucre de la base du cône

est toujours le plus sec et le plus beau, et *vice versâ*; celui qui est le plus voisin de la pointe du cône est toujours le plus humide et le plus chargé de mélasse. On conçoit qu'en coupant le pain fourni par une forme en plusieurs sections verticales à l'axe, on a autant de qualités de sucre. C'est ainsi que, dans les colonies, on établit les diverses qualités de sucre brut et de sucre terré. Cette distinction de qualités dans les sucres de betteraves serait utile si on voulait les livrer au commerce en nature; car si l'on voulait les raffiner, cette manipulation serait tout-à-fait inutile.

Ce serait dans ce magasin que le sucre se mettrait en barriques, si l'on voulait l'expédier.

Écurie utile pour les chevaux ou les bœufs du manége. — Le manége étant de la force de 4 chevaux attelés, il faudra, pour son service, dans un travail continu, 16 chevaux, et par conséquent une écurie d'une dimension convenable pour les recevoir.

Il est possible, et il est même très avantageux, dans une fabrique de sucre de betteraves, de remplacer les chevaux par des bœufs pour le service du manége. L'avantage consiste en ce que les bœufs se nourrissent bien avec les pulpes que l'on fractionne avec des tourteaux, tandis que les chevaux exigent indispensablement de l'avoine

pour leur nourriture, ce qui présente une différence de frais très grande.

On peut considérer, d'ailleurs, l'effet d'un bœuf attelé comme équivalant à celui du cheval; car on peut, avec de l'exercice, en obtenir une vitesse à peu près égale. Quant à l'effet du collier, il est, je crois, le même.

Il faudra donc que l'écurie puisse contenir 16 chevaux ou 16 bœufs.

Cette écurie devra se trouver proche le manége, à l'aile gauche du bâtiment.

Atelier du nettoyage des racines. — Cet atelier doit être d'une dimension assez grande pour contenir en dépôt la quantité de betteraves utile pour 24 heures de travail, c'est-à-dire 34285 kilog., et, de plus, pour permettre à 10 femmes d'y travailler librement.

Il fera suite, comme nous l'avons déjà dit, à l'écurie, dans l'aile gauche du bâtiment.

Magasin aux betteraves. — Ce magasin devra aussi faire partie de l'aile gauche du bâtiment et faire suite à l'atelier de nettoyage, de manière que le transport des racines, du magasin dans l'atelier, se fasse avec le moins de main-d'œuvre possible. Il faudra lui donner une dimension proportionnée à la quantité de racines que l'on voudra y emmagasiner, en calculant qu'un mètre cube de racines pèse 800 kilogrammes.

Ainsi, en admettant que l'on veuille tout renfermer dans un seul magasin, sans rien mettre en fosses, nous pourrons compter dans cette hypothèse qu'il faudra qu'il contienne les $\frac{3}{4}$ de la récolte, l'autre quart pouvant se travailler directement en arrivant des champs. Dans ce cas, la récolte totale étant de 4 millions de kilogrammes environ, il faudra que le magasin puisse en contenir 3 millions. On lui donnera à cet effet une capacité de 3750 mètres cubes, c'est-à-dire qu'il faudra qu'il ait les dimensions suivantes :

Largeur...........	10 mètres.
Hauteur chargée....	5
Longueur..........	75

Pour avoir les deux ailes de bâtiment égales, on pourrait diviser ce magasin en deux, c'est-à-dire en faire un second sur l'autre aile.

J'ai vu cette année, chez M. Crespel, un vaste magasin qu'il a fait construire pour conserver ses récoltes. Il se compose d'un rez-de-chaussée, et il est recouvert par un carrelage assemblé par le mastic bitume. Ce carrelage, qui forme ainsi une couverture plate, m'a paru une toiture assez commode et économique.

Distillerie. — Je renverrai, pour l'organisation de cette distillerie, à mon ouvrage sur la

distillation, où j'ai traité cette matière avec quelques développemens.

J'ajouterai seulement ici que dans cet ouvrage j'ai signalé, d'après l'autorité de M. Mathieu de Dombasle, une méthode pour la mise en fermentation des mélasses par l'acide sulfurique, à l'aide de laquelle ce savant annonçait avoir obtenu volume d'eau-de-vie à 19° égal au volume de mélasse fermentée, ce qui serait un très grand produit. J'ai prié un de mes amis, M. Cafler, de répéter ce procédé, et il m'a dit qu'il ne lui avait pas réussi. Au reste, il serait possible que la seule différence des mélasses obtenues par des procédés différens pût changer les résultats de l'expérience; et il serait possible encore que M. Cafler n'eût pas opéré exactement, comme le dit M. de Dombasle. Il serait cependant important d'avoir, à cet égard, une opinion fixe et consolidée par des expériences répétées avec soin dans diverses manufactures.

La distillerie devra être divisée en 2 parties; l'une sera le cellier aux fermentations, et devra être contiguë au magasin à mélasses E en L L, afin d'éviter la main-d'œuvre; par cette disposition, en effet, la mélasse arrivera dans les cuves de fermentation par une porte de communication et avec le moins de transport possible. La distillerie, proprement dite, fera suite au cellier de fermentation.

Étable pour les bestiaux à l'engrais. — L'étable pour les bestiaux à l'engrais devra se trouver dans l'aile droite du bâtiment, à la suite de la distillerie, et il sera très-facile de la proportionner au nombre de têtes qu'on voudra y recevoir.

Ce local doit être voûté, peu élevé, et percé d'un petit nombre de fenêtres. La température reconnue la plus convenable, par expérience, pour la santé des bestiaux, est de 15 à 18°. On fera donc en sorte d'y conserver cette chaleur.

Dessous cette étable devra se trouver une cave à engrais liquide, destinée à recevoir les urines des animaux.

Une fabrique semblable, qui ne serait pas encavée, puisque cela ne serait pas utile aux travaux, serait facilement établie pour une somme de 80000 francs; j'entends les bâtimens seulement, car le mobilier sera inventorié séparément.

2°. *Question économique.*

La question économique résulte, dans toute espèce d'industrie, de la comparaison des produits avec la dépense qu'ils ont exigée.

Ici les produits sont peu variés, car ils se composent seulement de la valeur des pulpes du sucre brut et de la mélasse. Pour ne pas compliquer la question, nous assignerons une valeur

aux pulpes, comme si le fabricant les vendait, et nous ferons la même chose pour la mélasse, quoique, dans la description que nous venons de donner de la fabrique, nous ayons fait figurer un local pour les bestiaux à l'engrais, et un autre pour la distillation. Cette élimination de deux fabrications accessoires d'une sucrerie ne fera que rendre notre question économique moins favorable à l'industrie.

Les frais d'une fabrication de sucre de betteraves sont nombreux et variés : aussi allons-nous les présenter isolément avec tous les développemens et toutes les explications dont ils sont susceptibles.

A. *Location de la fabrique, Patente, Impositions, Réparations et Assurances.* — Nous avons évalué plus haut la fabrique 80000 francs.

Intérêts à 6 p. $\frac{0}{0}$ sur cette somme....	4800
Patente, impôts, réparations et assurances..........................	2000
Ensemble....	6800

B. *Valeur des racines.* — La fabrique dont nous nous occupons devant travailler chaque jour 24000 litres de jus, qui, recueillis à raison de 70 pour 100 du poids de racines, exigent une consommation journalière de 34285 kilogrammes de racines, qui, multipliées par 120

Digitized by Google

jours de travail, donnent une fabrication annuelle de 4114200 kilogrammes. Pour établir la valeur de ces racines, nous compterons sur la moyenne que nous avons tirée dans notre première partie, pag. 90, des comptes de 10 propriétaires. Cette moyenne est de 8^{f},80 par 500 kilogrammes ou 17^{f},60 par 1000 kilogrammes. Ainsi nous aurons ici pour le coût des racines 4114200 × $17^{f}60$, soit.................. 72409^{f} 92^{c}.

Si le propriétaire devait acheter les racines au cultivateur, elles lui coûteraient probablement un peu plus cher, il pourrait les payer, par exemple, 20 fr. les 1000 kilogrammes. Dans ce cas la valeur des racines s'élèverait à 82284^{f} somme qui excéderait de 10000^{f} la précédente. On verra plus loin, dans la balance des frais et des produits, que cette circonstance ne serait point un obstacle à l'établissement des sucreries, et qu'elle n'empêcherait point la question économique d'être très favorable à l'industrie.

Il faut compter l'intérêt de 6 mois à 6 $\frac{o}{o}$ sur la valeur des racines, attendu qu'en vendant le sucre brut il faut attendre ce laps de temps pour rentrer dans la valeur capitale. Cet intérêt pris sur............................ 72409^{f} 92^{c}
donne à 6 $\frac{o}{o}$ l'an 3 $\frac{o}{o}$ p. 6 mois =... 2172 27

Ensemble........ 74582 19

C. *Inventaire du mobilier.* — 1 Manége de la force de 4 chevaux, avec lanterne pour la reprise du mouvement et engrenages pour sa transformation........................ 3000f »

10 Couteaux pour les nettoyeuses..	20	»
1 Râpe de M. Molard, et cylindre de rechange..................	1500	»
50 Paniers pour le service des racines et du charbon...........	75	»
2 mains de bois pour le dosage de la pulpe....................	2	»
2 Bacs plats en bois, doublés en cuivre, pour l'arrangement des sacs (1).....................	580	»
4 Presses hydrauliques, et conduits en cuivre...................	12500	»
A reporter....	17677f	»c

(1) Ces deux bacs doublés en cuivre, de 1 millimètre $\frac{1}{2}$ d'épaisseur, exigeraient chacun 30 kilog. de cuivre : soit pour les deux 60 kilog., que nous compterons à raison de 4 fr. le kilog.......................... 240f

2 Caisses en bois à 15 fr. chacune............	30
2 Robinets à 5 fr...........................	10
Accessoires.............................	10
Ensemble......	290f
A multiplier par 2..................	580f

Digitized by Google

	Report........	17677f »c
12	Jeux de sacs à 30 sacs chacun, chaque presse exigeant 3 jeux, cela fait 360 sacs............	540 »
4	Jeux de claies d'osier. = 120 claies	120 »
1	Réservoir à jus, en bois, doublé en cuivre, de 200 litres de capacité (1).....................	520 »
1	Pompe aspirante, en cuivre pour transporter le jus du réservoir dans les chaudières de défécation.....	100 »
3	Chaudières de défécation, montées sur leurs fourneaux avec leurs garnitures (2)...................	1167 »
	A reporter...	20124f »c

(1) Ce réservoir, doublé aussi en cuivre de 1 ½ millimètre d'épaisseur, contiendrait 125 kilogrammes de cuivre à 4 fr.................................. 500f

La caisse en bois......................... 20

Ensemble...... 520f

(2) Chacune de ces chaudières confectionnée en cuivre de 3 millimètres d'épaisseur pour le fond, et de 2 millimètres pour les parois, exigerait 66 kilog. de cuivre; il faudrait donc, pour les 3 chaudières, 198 kilog. de cuivre à 4 fr................................ 792f

A reporter...... 792f

	Report........	20124f	»c
3	Aréomètres, pèse-sirop de Baumé.	9	»
3	Thermomètres montés sur bois, avec graduation sur cuivre, et pouvant accuser plus de 80° Réaumur....................	30	»
1	Balance avec poids pour la chaux.	40	»
3	Bacs en bois pour éteindre la chaux.	15	»
6	Seaux en bois pour le service de la défécation.................	9	»
1	Mesure en cuivre pour l'acide sulfurique.....................	5	»
3	Mouverons en bois...........	4	50
3	Cuillers et 3 assiettes d'épreuve..	6	»
3	Grandes écumoires...........	18	»
6	Cuves en bois, doublées en cuivre, pour recevoir les filtres aux écumes (1)...................	912	»
	A reporter....	21172f	50c

Report....... 792f

On peut évaluer les fourneaux et les garnitures de chacune d'elles à 125 fr.; cela fait pour les trois.................................... 375f

Ensemble...... 1167f

(1) Chacun de ces filtres, doublé en cuivre de 2 millim. d'épaisseur, exigerait 33 kilog. de métal à 4 fr.... 132f

Digitized by Google

	Report.........	21172f 50c
	Bascules et conduits...........	50 »
6	Treillis en osier, pour ces filtres..	18 »
18	Filtres en forte toile de coton pour les écumes...............	90 »
1	Réservoir pour recevoir le jus clair fourni pour les écumes.....	212 »
	Conduits en cuivre, avec allonge, pour porter le jus déféqué dans la batterie évaporatoire...........	150 »
7	Chaudières évaporatoires, montées sur 3 rangs, pour former une batterie de 3 numéros (1), fourneaux et garnitures de ces chaudières..........................	2224 »
7	Poulies mouflées pour ces 7 chaudières........................	60 »
	A reporter....	23976f 50c

Report.......	132f
Valeur du bois....................	15
Valeur du robinet..................	5
Ensemble......	152f

Qui donne la valeur d'un filtre; et comme il en faudrait six pareils, leur somme s'éleverait à....... 912

(1) Le fond de ces chaudières devrait être en cuivre, de 3 millimètres d'épaisseur, et les parois en cuivre moins

	Report........	23976f 50c
5	Aréomètres pèse-sirop pour leur service........................	15 »
5	Écumoires pour le service des chaudières évaporatoires............	25 »
1	Vase en bois pour doser le charbon animal..........................	2 »
2	Bassins en cuivre pour transvaser le sirop clarifié dans les filtres....	60 »
8	Filtres ou cubes en bois, doublés en cuivre, de deux hectolitres de capacité chacun, munis de robinets et de bascules, et destinés à recevoir les filtres pour la filtration des sirops clarifiés (1)...........	1216 »
	A reporter....	25294f 50c

fort, de 2 millimètres. Dans cet état, chaque chaudière exigerait 58 kilog. de cuivre, qui, à 4 fr., font. . . 232f

Et comme il en faudrait sept semblables, on aurait pour leur valeur. 1624

Les fourneaux et leurs garnitures peuvent être évalués à. 600

Ainsi l'on a. 2224f

pour valeur de la batterie évaporatoire.

(1) Ces filtres sont les mêmes que ceux aux écumes, que nous avons évalués plus haut 152 fr. chacun. Ainsi, nous aurons ici, pour leur valeur, 152 fr. × 8 : soit 1216 fr.

Digitized by Google

Report........	25294f	50c
8 Treillis en osier................	24	»
24 Blanchets en laine, pour filtres, à 6 francs...................	144	»
1 Réservoir circulaire en cuivre ou avale-tout, pour recevoir le sirop clarifié......................	212	»
Tuyaux en cuivre pour établir une communication entre les filtres et l'avale-tout.................	60	»
2 Petits chaudrons au sirop noir....	50	»
1 Pompe aspirante, en cuivre, qui va puiser le sirop clarifié dans l'avale-tout pour le porter dans les chaudières de cuite................	100	»
2 Chaudières de cuite, montées sur leurs fourneaux et garnitures (1)..	496	»
A reporter....	26380f	50c

(1) Chacune de ces chaudières, faite aussi avec un fond de 3 millimètres et des parois de 2 millimètres d'épaisseur, exigera 37 kilogrammes de cuivre à 4 fr. : soit. . . 148f

Le fourneau de chacune, avec les garnitures, peut être évalué à. 100

Ensemble. 248f

Qui, multipliés par 2, donnent 496 fr., qui sera la valeur des deux chaudières de cuite montées sur leurs fourneaux.

Report........	26380f	50c
2 Poulies mouflées pour basculer les chaudières de cuite.............	18	»
2 Aréomètres, pèse-sirop de Baumé.	6	»
2 Écumoires de preuve..........	10	»
2 Thermomètres de preuves, montés sur bois, pouvant accuser 100° Réaumur, et gradués sur cuivre, depuis 80° jusqu'à 100°.........	40	»
2 Vases aux écumes.............	4	»
3 Chaudrons rafraîchissoirs (1).....	1500	»
2 Spatules en bois...............	6	»
2 Spatules en fer................	10	»
2 Chaudrons d'empli.............	60	»
2 Cuillers à transvaser...........	25	»
1 Poële pour l'empli et accessoires..	80	»
2 Bacs à formes.................	600	»
2000 formes bâtardes habillées, à 4 francs......................	8000	»
2400 Pots ou récipiens, à 2 fr......	4800	»
3 Calorifères pour les purgeries, et garnitures..................	400	»
A reporter....	41939f	50c

(1) Chacun de ces chaudrons, confectionnés en cuivre de 3 millimètres d'épaisseur pour le fond et de 2 pour les côtés, exigera 125 kilog. de métal à 4 fr.: soit 500 fr. pour chacun, ou 1500 fr. pour les trois.

Digitized by Google

Report........	41939f	50c
2 Poulies pour les tracas..........	200	»
1 Réservoir à mélasses (1).........	6800	»
Conduits en cuivre destinés à porter le sirop des purgeries dans le réservoir à mélasses..............	200	»
1 Forte balance avec ses poids, pour peser 600 kilogrammes.........	300	»
Ensemble...........	49439f	50c
Pour omissions......	560f	50c
Ensemble...........	50000f	»c
Intérêts à 12 pour 100 sur cette somme....................	6000f	»c

D *Personnel utile et salaire.* — 1 Directeur gérant.......................... 3000f

1 Commis........................... 1000

2 Contre-maîtres à 1500 francs chacun.

On ne compte ici que 6 mois de salaire,

A reporter.... 4000f

(1) Ce réservoir, qui n'est exposé à aucune fatigue, n'a pas besoin d'être doublé en cuivre solide, et à 1 millimètre d'épaisseur, ce métal est bien suffisant pour cet usage. Dans cette hypothèse, il en faudra 1620 kilog. à 4 fr. 6480f

Valeur du bois, ... 320

Ensemble...... 6800f

Report........	4000f
parce que ces 2 contre-maîtres devant être employés pendant les autres 6 mois à surveiller la culture, leur salaire pendant ce temps ne concerne plus la fabrication................	1500
16 Bœufs, leur nourriture pendant 120 jours, évaluée à 50 c. par jour..	960
2 Bouviers à 1 fr. pendant 120 jours...	240
20 Nettoyeuses à 75 c. pendant 120 jours.	1800
4 Râpeurs à 1 fr..................	480
4 Hommes aux pulpes à 1 fr.........	480
16 Hommes aux presses à 1 fr........	1920
6 Hommes aux défécations à 1 fr. 25 c.	900
6 Hommes aux évaporations à 1 fr. 25 c........................	900
2 Cuiseurs à 1 fr. 50 c. pendant 240 jours........................	720
4 Hommes à l'empli à 1 fr...........	960
3 Hommes aux purgeries à 1 fr.......	720
1 Raccommodeur de formes à l'année..	600
1 Lampiste et commissionnaire à l'année.	365
2 Femmes pour raccommoder les filtres, sacs, etc. à 1 fr. pendant 240 jours........................	480
Ensemble......	17025f

La main-d'œuvre s'éleverait donc, pour la

seule fabrication du sucre, par campagne, à 17,025 fr.

Dans cette somme sont compris les émolumens du directeur et d'un commis, qui peuvent servir aussi aux cultures. On remarquera aussi que cette main-d'œuvre étant affectée à une fabrique continue, l'on a dû doubler les bras pour toutes les opérations. Ainsi, dans ce cas, les bœufs, les bouviers, les nettoyeuses, les râpeurs, les hommes préposés aux pulpes, aux presses, aux défécations, aux évaporations, les cuiseurs et les hommes d'empli sont doublés dans notre compte, et doivent être divisés en deux brigades, dont une pour le jour, et l'autre pour la nuit.

La majeure partie de ces ouvriers peuvent servir, dans les temps autres que ceux de la fabrication, aux soins de la culture.

J'ai compté, dans cette évaluation de la main-d'œuvre, 120 jours de travail seulement pour tous les hommes employés aux seuls travaux de la betterave, conformément à notre hypothèse que ces travaux devraient être achevés en 120 jours ou 4 mois, et j'ai compté sur 240 jours de travail pour les hommes qui devront en outre travailler à la recuite des mélasses, et à la récolte complète du sucre brut.

E *Frais de Combustible.* — 1° *Combustible pour la Défécation.* Il y aura, pour cette opération,

24,000 litres de liquide à amener à l'ébullition par jour. Comme le fourneau sera construit de manière à économiser le combustible, on peut compter qu'un kilog. de charbon pourra amener 70 kilog. ou litres de jus à l'ébullition. Ainsi, il faudra $\frac{24000}{70}$ ou 343 kilogrammes de charbon par jour, ou 41160 kilogrammes par 120 jours. Ce charbon, évalué à 5 c. le kilog. donne (1) 2058f »c

Pour l'évaporation. — Il y aura par jour 19064 kil. d'eau à vaporiser par la concentration, et 1964 kil. par la cuite..................

On ne peut compter ici que sur une vaporisation de 8,46 kilog. d'eau par kilog. de charbon consommé; ainsi il en faudra $\frac{21028}{8,46}$ par jour, soit 2485 × 120 = 298200 kil. × 5 c. =................. 14910 »

Pour la recuite des Mélasses. — En étendant au chauffage et à la con-

A reporter.... 16968f »c

(1) Ce prix de 5 cent. pour un kilogramme de charbon est celui de ce combustible à Paris. Dans les contrées voisines ou peu distantes des fosses, il ne coûtera pas à beaucoup près autant.

Report........	16968f »c
centration des mélasses les mêmes calculs que nous venons de faire ci-dessus pour le jus, on trouvera qu'ils exigent 72392 kilog. de charbon, à 5 c. =...........	3619 60
Ensemble........	20587f 60c

Les frais de combustible s'éleveront donc annuellement, dans cette fabrication, à 20587 fr. 60 centimes.

F. *Frais divers : Éclairage. — Charbon animal. — Lait* ou *Sang de Bœuf. — Chaux vive. — Acide sulfurique. — Beurre. — Planchettes et cerceaux.*

Éclairage. — Cette dépense est évidemment plus grande avec la continuité que sans continuité, à cause des travaux de nuit. Cependant elle est peu importante. En effet, on peut évaluer le nombre de becs de lampes utiles à 16. On peut compter sur une moyenne 14 heures d'éclairage par jour, ce qui fait 224 heures par 24 heures. Un bec simple, comme ceux que nous nous supposons devoir être employés ici, consomme 32 grains d'huile environ par heure. Cela fait une consommation de 7168 grains par jour, ou 860 kilogrammes pour 120 jours. La tonne d'huile épurée pèse à peu près 90 kilogrammes,

et peut être évaluée maintenant à 80 fr.; la dépense de l'huile s'élevera donc ici à 800 fr., à laquelle somme il convient d'ajouter la valeur des mèches. En comptant pour valeur totale de l'éclairage 900 fr. je pense qu'on ne fera pas un calcul trop inexact. Soit donc......... 900f

Charbon animal. — Il en faudra chaque jour 100 kilog., soit pour 120 jours 12000 kilog. qui, évalués à 20 fr. les 100 kilog. donnent................ 2400

Lait ou *Sang de Bœuf.* — Il en faudrait chaque jour 100 litres; c'est-à-dire à raison de 1 litre par chaque kilog. de charbon employé. Soit pour 120 jours 12000 litres. Le sang peut être compté dans beaucoup de localités, pour la peine de le recueillir; mais admettons qu'on l'achète à raison de 5 fr. les 100 litres, nous aurons ainsi pour sa valeur 120×5; soit............................ 600

Chaux vive. — La valeur de la chaux étant partout très faible, quoique variable, nous compterons pour elle... 250

Acide sulfurique. — Il en faudra, d'après nos données, article *Défécation*, par les 2e et 3e méthodes, à peu près 200 grammes par hectolitre, soit 48 kilog.

A reporter.... 4150f

Report.........	4150f
par jour, soit encore 5760 kilog. par an. Cet acide peut valoir maintenant 25 fr. les 100 kilog. Le besoin de la fabrique nécessitera donc annuellement pour cela $\frac{5760 \times 25}{100} =$	1440
Beurre. — On peut compter sur une consommation d'un kilog. de beurre par jour, soit 120 kilog. par an, à 1,50 =	180
Planchettes et Cerceaux. — Ces objets sont utiles pour la réparation des formes. Nous compterons pour leur valeur	500
Ensemble.......	6270f

G *Réparation annuelle des machines et des Appareils.* — Nous compterons pour cet article qui concerne particulièrement le manége et les transformations du mouvement, la râpe, et les presses, nous compterons, dis-je, sur une somme de 4000f

H. *Objets à renouveler annuellement.* — Ces objets se composent principalement de l'armure de la râpe, des sacs à pulpe, des claies, des toiles et laines à filtres, etc.

On pourra compter, pour le premier article, sur 2 armures de râpe par campagne, à 200 fr.

chacune, soit........................ 400f

Pour les autres, nous aurons les sommes suivantes :

4 Jeux de sacs à 30 sacs chacun, soit 120 sacs estimés 1 fr. 50 c. chacun...... 180

4 Jeux de claies à 30 chacun, soit 120 claies à 1 fr........................ 120

9 Filtres aux écumes................ 45

12 id. au sirop clarifié............... 72

Ensemble....... 817f

I. *Résumé des frais*. — A. Location, patente, impôts et réparations.........	6800f	»c
B. Valeur des racines, et intérêts.	74582	19
C. Intérêt sur le mobilier.......	6000	»
D. Main-d'œuvre...............	17025	»
E. Combustible...............	20587	60
F. Frais divers................	6270	»
G. Réparations annuelles........	4000	»
H. Objets à renouveler annuellement.....................	817	»
Total.........	136081f	79c

Le travail de 4114200 kilogrammes de racines coûterait donc une somme de 136,081 fr. 79 centimes.

J. *Produits*. — Les produits se composeront de toute la pulpe, de tout le sucre, et de toute

la mélasse récoltée; voyons quelles seraient leurs valeurs.

4114200 kilogrammes de racines, rendant 70 $\frac{0}{0}$ de jus, donneraient en pulpe 30 $\frac{0}{0}$, ce qui équivaut à 1234260 kilog.; on peut évaluer cette pulpe, sans exagération, 15 fr. les mille kilogrammes; soit donc pour cet article........................ 18513 f 90 c

Nous avons vu précédemment qu'on pouvait compter obtenir, par de bons travaux, 4 $\frac{1}{2}$ p. $\frac{0}{0}$ en sucre brut, du poids de la racine. Nous devons donc compter sur ce produit, qui sera ici de 185139 kilogrammes; et ce sucre peut être évalué au minimum 120 fr. les cent kilogrammes............. 222166 80

Nous avons vu précédemment que le produit en mélasse d'une fabrication annuelle de 4114200 kilogrammes de racines s'éleverait à 153960 litres, ou 201600 kilogrammes. Cette mélasse n'étant bonne que pour la distillation, ne peut être évaluée que 10 fr. les cent kilo.; soit donc........... 20160 »

Total........ 260840 f 70 c

Nous aurons donc, pour produit annuel, une valeur de.................... 260840f 70c

Si nous soustrayons de cette somme celle des frais présentée précédemment................. 136081 79

Reste.... 124758f 91c

Cette somme de 124758 fr. 91 c. représenterait le bénéfice d'une fabrique qui travaillerait annuellement par la continuité 4114200 kilogrammes de racines.

En soustrayant des frais....... 136081f 79c

Les valeurs additionnées des pulpes et des mélasses........... 38673 90

Nous trouvons une somme de.... 97407f 89c

qui, divisée par le poids du sucre récolté 185139 kilogrammes, donne pour valeur ou coût d'un kilogramme de sucre brut de betteraves 53 centimes à peu près.

Le sucre des colonies, de pareille qualité, coûte, au moment où j'écris, 1 fr. 40 c. à 1 fr. 50 c., le kilogramme en France, et l'on assure que nos colons des Antilles ne peuvent pas l'établir au-dessous de 60 centimes le kilogram. (1). On voit donc qu'en tenant compte du déplacement

(1) Le fisc est de 60 centimes au kilogramme.

Digitized by Google

du sucre de l'Inde, le cultivateur français peut même, sans le secours du fisc, soutenir la concurrence avec les produits de la canne. Cette assertion est seulement applicable à nos propriétés de l'Inde ; car l'on sait que dans les propriétés anglaises, et particulièrement aux Indes orientales, le sucre brut coûte bien moins de 60 cent. le kilogramme aux cultivateurs.

Le prix de 53 centimes auquel doit revenir maintenant en France le kilogramme de sucre brut d'après les comptes précédens, n'est point, sans doute, le prix minime auquel il soit possible de le produire. Cependant il est convenable de prévenir qu'aucun fabricant ne l'a encore produit à aussi bas prix. La cause en est, comme on s'en convaincra par les comptes qui vont suivre dans les circonstances plus favorables d'une grande fabrication dirigée avec la continuité dans les opérations, comme nous l'avons supposé dans le compte qui nous occupe.

SECTION II.

Exploitation sans continuité.

Nous devons, pour pouvoir établir une comparaison entre ce système et la continuité qui nous a occupé dans la section précédente, établir nos calculs sur une même quantité de bet-

teraves travaillées, c'est-à-dire sur 4114200 kilogrammes. Il faut aussi admettre que ces betteraves devront être travaillées en 120 jours.

On peut déjà prévoir quelles sont les différences qui devront exister entre le nouveau compte que nous avons à établir et celui que nous venons de présenter.

Nous ne reproduirons pas ici la description de la fabrique, attendu qu'elle serait la même que la précédente ; seulement nous ferons observer, à ce sujet, qu'une fabrique pour exploiter 4114200 kilogrammes de betteraves sans continuité devra avoir de plus grandes dimensions qu'avec la continuité. Ces dimensions plus grandes, sont en effet commandées par un plus grand nombre de machines et d'appareils à placer.

On peut évaluer qu'ici la fabrique ne pourrait pas être établie à moins de 110,000 francs. Ainsi, l'on aurait pour les intérêts à 6 % sur cette somme........................... 6600f

Les patentes, impôts et réparations pourraient alors être évalués à........ 2400

On aurait donc pour cet article..... 9000f

La valeur des racines serait la même ; ce serait donc, y compris l'intérêt de 6 mois, 74582 f. 19 c.

Le mobilier devrait être doublé, à peu de chose près ; on aurait alors, pour sa valeur,

une somme de 100000 fr., sur quoi les intérêts à 12 $\frac{0}{c}$ donneraient une somme de 12000 fr.

Le personnel et la valeur de son salaire seraient à peu près les mêmes ; et cela doit être, puisqu'il n'y aurait de différence que dans la distribution du travail qui, en somme, dans les deux cas, serait le même. Nous compterons aussi, pour cet objet, une somme de 17025 fr.

La dépense du combustible serait plus considérable à cause des frais de mise en train qu'il faudrait faire chaque jour ; on peut porter, sans exagération, ce supplément de dépense au dixième de tout le combustible consommé dans la continuité ; soit donc

$$20587^{f}.60^{c} + 2058^{f}.76^{c} = 22646^{f}.36^{c}$$

pour frais de combustible sans continuité.

Les frais divers seront les mêmes, l'éclairage excepté, que l'on pourra réduire à 400 fr., au lieu de 900 fr. Il y aura donc, pour la somme totale des frais divers

f. 6270. — f. 500 ; soit . . . . . 5770.

Quoique les machines, les fourneaux et les appareils soient plus nombreux sans continuité qu'avec la continuité, la quantité du travail fait restant la même dans les deux cas, il est évident que, dans l'un, le travail se trouve réparti

sur un nombre de machines double, et que, somme toute, la fatigue des appareils et les réparations annuelles qu'ils exigeront, doivent être considérées comme les mêmes. Nous devrons donc compter aussi pour cet article, comme dans le compte précédent, une somme de 4000 fr.

Il en est de même des objets à renouveler annuellement. Soit donc pour cela, 817 fr.

Résumé des frais. — Location, patente, impôts et réparations.	9000^{f}	»^{c}
Valeur des racines, et intérêts....	74582	19
Intérêts à 12 p. cent sur le mobilier.	12000	»
Main-d'œuvre..................	17025	»
Combustible..................	22646	36
Frais divers..................	5770	»
Réparations annuelles..........	4000	»
Objets à renouveler annuellement.	817	»
Total........	145840^{f}	55^{c}

Le travail de 4114200 kilogrammes de racines sans continuité, coûterait donc 145840 fr. 55 c.

Tandis qu'avec la continuité nous avons vu qu'il exigerait une somme de.............. 136081 fr. 79 c.

Différence... 9758 fr. 76 c.

L'intermittence dans les travaux présente donc ici une différence de 9758 fr. 76c. qui est à son

désavantage. Cette différence provient à peu près uniquement de la plus grande valeur des bâtimens et du mobilier, sur lesquels nous avons prélevé les intérêts. Quoique la somme ne soit pas très considérable, elle suffit cependant pour donner à la continuité la supériorité sur l'intermittence dans la fabrication du sucre de betteraves. Et si l'on considère que cette somme provient des intérêts fournis par l'emploi de capitaux plus considérables, on reconnaîtra encore sous ce rapport la grande supériorité des travaux continus.

En effet, dans le système continu, l'on a pour valeur des bâtimens 80000 fr., et pour le mobilier 50000 fr. — Dans le système intermittent la valeur des bâtimens est portée à 110000. fr. — et celle du mobilier à 100000. fr. — Il résulte de cette comparaison, que pour exploiter annuellement une fabrication de 414200 kilogrammes de racines, par un travail intermittent, il faudrait une somme de 80000 de plus que par la continuité.

Les produits de la fabrication devront être les mêmes, puisque la quantité de racines traitée sera la même, et que nous admettons l'emploi des mêmes procédés et le travail exécuté dans le même temps. Nous aurons donc pour cela, comme dans le compte précédent,

Valeur des pulpes..........	18513f 90c
du sucre brut........	222166 80
de la mélasse........	20160 »
Total....	260840f 70c
A déduire les frais,............	145840 55
Reste.........	115000f 15c

On voit que dans ce système de l'intermittence le bénéfice annuel serait réduit à 115000f 15c au lieu de 124758 fr. 91 c. que nous avions par la continuité. Cette différence, assez faible proportionnellement à la somme totale des bénéfices, pourrait devenir très grande, si l'industrieux, qu'elle intéresse, devait prélever des capitaux à de hauts intérêts : car nous avons vu qu'elle provient uniquement d'intérêts pris sur l'excédant du capital qu'exige l'intermittence sur la continuité.

Si nous faisons ici le calcul que nous avons présenté précédemment pour évaluer le coût du sucre brut, nous aurons

$$\frac{145840{,}55 - 38673{,}90}{185139} = 58 \text{ centimes}$$

le kilogramme. Ainsi, l'on voit qu'ici le kilogramme de sucre brut coûterait 58 centimes au lieu de 53 c., c'est-à-dire 5 centimes de plus, qui représentent l'avantage minime de la continuité sur l'intermittence.

CHAPITRE XVIII.

Fabrique pour exploiter en 120 *jours* 2,057,100 *kil. de racines avec ou sans continuité.*

Cette fabrique, propre à exploiter 2057100 kil. en 120 jours de travail, c'est-à-dire 17142 kil. par jour, ou 12000 litres de jus, présente précisément la moitié du travail admis dans la fabrique décrite précédemment. Je considère cette fabrication comme moyenne, quoiqu'elle soit jusqu'à présent la fabrication maxime qui ait été exécutée en France; encore ne l'a-t-elle été, à ma connaissance, que par deux propriétaires, qui sont Monseigneur le duc de Raguse, à Châtillon, et M. Crespel, à Arras.

Nous devrons, pour cette exploitation, l'envisager comme la précédente dans les deux systèmes de la continuité et de l'intermittence, afin d'obtenir des résultats comparatifs. Ce sera l'objet des deux sections suivantes.

SECTION PREMIÈRE.

Exploitation avec continuité.

Je suivrai, pour l'étude de ce système, la même marche que j'ai adoptée dans le chapitre précédent, 1re section, pour l'exploitation d'une grande manufacture.

1°. *Description des Bâtimens.*

Les bâtimens utiles pour l'exploitation qui nous occupe, devront être semblables à ceux représentés planche 6e, et décrits précédemment; et le nombre des locaux, leur distribution et leur arrangement devront être exactement les mêmes; seulement on pourra réduire leurs dimensions à tous, celui destiné au manége excepté. Cette réduction pourra être d'un bon tiers sur l'ensemble.

Dans cet état, l'établissement des bâtimens pourra coûter 50000 fr.

2°. *Question économique.*

La question économique se compose, comme dans le chapitre précédent, des frais divers, des produits et de leur balance.

A. *Location de la Fabrique, Patente, Impôts, réparations et assurances.* — Nous venons d'évaluer le capital utile pour les bâtimens de la fabrique à 50000 fr.

Les intérêts prélevés à 6 pour cent sur cette somme donnent.	3000f
Patente, impôts, réparations et assurances.	1500
Total.	4500f

B. *Valeur des Racines.* — 2057100 kilog. de racines, évaluées d'après notre moyenne trouvée, de 17,60 fr. les 1000 kilogrammes donnent	36204f	96c
Intérêt de 6 mois sur cette somme, 3 pour cent.	1086	12
Ensemble.	37291f	08c

C. *Inventaire du Mobilier.* —

Un Manége de la force de 2 chevaux.	2000	»
5 Couteaux pour les Nettoyeuses. . .	10	»
1 Râpe et 1 cylindre de rechange. .	1500	»
30 Paniers pour le transport des racines et du charbon.	45	»
1 Main de bois pour doser la pulpe. .	1	»
1 Bac plat doublé en cuivre.	290	»
2 Presses hydrauliques et conduits. .	6300	»
6 Jeux de sacs, à 30 chaque = 180 sacs à 1 fr 50 c.	270	»
2 Jeux de claies = 60 claies à 1 fr. .	60	»
1 Réservoir à jus, en cuivre, contenant 1000 litres.	321	40
A reporter. . . .	10797f	40c

Report......	10797f	40c
1 Pompe aspirante, en cuivre.....	100	»
2 Chaudières de défécation, avec fourneaux et garnitures.........	778	»
2 Aréomètres pour la défécation....	6	»
2 Thermomètres pour la défécation.	20	»
1 Balance avec poids pour la chaux.	40	»
2 Bacs en bois pour la chaux......	10	»
2 Seaux pour le service de la défécation........	6	»
1 Mesure en cuivre pour l'acide sulfurique.....................	5	»
2 Mouverons, 2 cuillers, 2 soucoupes d'épreuve, et 2 écumoires...	19	»
3 Cubes en bois doublés en cuivre pour recevoir les filtres aux écumes.	456	»
3 Treillis en osier pour ces filtres..	9	»
Bascules et conduits en cuivre...	30	»
9 Filtres en toile de coton pour les écumes....................	45	»
1 Conduit en cuivre pour porter le jus dans les chaudières évaporatoires.	100	»
1 Réservoir doublé en cuivre pour recevoir le jus des écumes......	212	»
4 Chaudières évaporatoires, montées sur leurs fourneaux et accessoires....................	1268	»
A reporter....	13901f	40

Report......	13901f	40c
4 Poulies mouflées et cordes.......	36	»
3 Aréomètres....................	9	»
4 Ecumoires.....................	20	»
1 Vase en bois pour le charbon animal.	2	»
2 Bassins en cuivre...............	60	»
4 Cubes en bois, doublés en cuivre, pour recevoir les filtres destinés aux sirops clarifiés............	608	»
4 Treillis en osier...............	12	»
12 Blanchets en laine, à 6 fr.....	72	»
1 Réservoir en cuivre ou avale-tout pour recevoir le sirop filtré.....	212	»
Tuyaux de communication en cuivre, entre les filtres et l'avale-tout.	50	»
2 Petits chaudrons.............	50	»
1 Pompe en cuivre..............	100	»
1 Chaudière de cuite, son fourneau et ses garnitures..............	248	»
1 Poulie mouflée, 1 aréomètre, 1 écumoire, 1 thermomètre de preuve, et un vase aux écumes..	39	»
2 Chaudrons rafraîchissoirs.......	1000	»
2 Spatules, dont l'une en bois et l'autre en fer..................	8	»
2 Bassins d'empli..............	60	»
1 Grande cuiller ou louche à trans-		
A reporter....	16487f	40c

Report......	16487f	40c
vaser..........................	12	50
1 Calorifère d'empli..............	80	»
1 Bac à formes..................	300	»
1000 Formes à sucre, à 4 francs...	4000	»
1200 Pots ou récipiens, à 2 francs..	2400	»
2 Calorifères pour les purgeries....	277	»
2 Poulies de tracas..............	200	»
1 Réservoir à mélasses...........	3960	»
Conduits en cuivre pour le service de ce réservoir..................	150	»
1 forte balance avec ses poids.....	300	»
Total........	28166f	90c
Pour omissions................	333	10
Net..........	28500f	»
Intérêts à 12 p. cent............	3420	»
D. *Personnel utile. Salaire.* — Un directeur gérant...............	3000	»
1 Commis....................	1000	»
2 Contre-maîtres, à 1500 fr. par an chacun, mais applicables, seulement 6 mois, à la fabrication du sucre......................	1500	»
Nourriture de 8 bœufs pendant 120 jours......................	480	»
2 Bouviers, à 1 fr. chacun, pendant		
A reporter....	5980f	»c

Report......	5980f	»c
120 jours........................	240	»
10 Nettoyeuses, à 75 centimes....	900	»
2 Râpeurs, à 1 fr................	240	»
2 Hommes aux pulpes, à 1 fr....	240	»
8 Hommes aux presses, à 1 fr.....	960	»
4 *Id.* aux défécations, à 1 fr. 25 c.	600	»
4 *Id.* aux évaporations, à 1 fr. 25 c.	600	»
2 Cuiseurs, à 1 fr. 50, pendant 240 jours..........................	720	»
2 Hommes à l'empli, à 1 fr.......	480	»
2 *Id.* aux purgeries, à 1 fr........	480	»
1 Raccommodeur des formes à l'année..........................	600	»
1 Lampiste et commissionnaire....	365	»
1 Femme pour raccommoder les filtres..........................	240	»
Total..........	12645f	»

E. *Frais de combustible.*—Les frais de combustible s'éleveront ici à la moitié de ceux qui ont été calculés dans le compte précédent, puisque ici la quantité de travail est moitié de l'autre : soit donc pour cela $\frac{20587.60}{2} = 10293$ fr. 80 c.

F. *Frais divers.*—Les frais divers s'éleveront aussi à la moitié de ceux présentés dans le compte précédent : soit donc $\frac{6270}{2} = 3135$ fr.

G. *Réparations annuelles du mobilier.* — Il en sera de même de cet article, pour lequel nous compterons la moitié de 4000 fr., somme admise dans le précédent compte pour le même objet; soit donc.................. 2000f »

H. *Objets à renouveler annuellement.* — Nous avons encore à prélever, pour cet article, la moitié de la somme prise dans le précédent compte à l'article correspondant; c'est-à-dire $\frac{817}{2}$ = 408 fr. 50 c.

I. *Résumé des frais.* — A. Location, patente, impôts, réparations et assurances. 4500f » c

B. Valeur de racines et *intérêts*....	37291	8
C. Intérêts à 12 $\frac{0}{0}$ sur le mobilier..	3420	»
D. Main-d'œuvre................	12645	»
E. Frais de combustible..........	10293	80
F. Frais divers.................	3135	»
G. Réparations annuelles du mobilier..........................	2000	»
H. Objets à renouveler annuellement..........................	408	»
Total.....	73692f	88c

Le travail de 2057100 kilogrammes de betteraves coûtera donc 73692 fr. 88 cent.

J. *Produits.* — La quantité de betteraves travaillée annuellement étant exactement la moitié de celle admise dans le compte précédent, les

Digitized by Google

produits seront évidemment ici moitié de ceux présentés dans ce compte; nous aurons donc :

En pulpes, 617130 kilogram. à 15 fr. les 1000 kilog.................	9256f 95c
En sucre, 92569 kilogram. à 120 fr. le 100.........................	111083 40
En mélasse, 100800 kilogram. à 10 fr. le 100......................	10080 »
Ensemble.....	130420f 35c
A déduire les frais..........	73692 88
Reste........	56727f 47c

Le bénéfice résultant du travail de 2057100 kilogrammes de betteraves, par la continuité, est donc de 56727f 47c au lieu de 62379f 45c qu'il aurait dû être d'après le compte précédent, où une quantité double de racines travaillées a donné avec la continuité.............. 124758 91

On voit déjà par cette comparaison qu'il y a non-seulement un grand avantage à adopter la continuité dans les travaux, mais encore qu'il est plus avantageux d'exploiter une grande fabrication. Ici, en effet, en réduisant de moitié la fabrication, le bénéfice a été réduit de 8000 fr. environ.

Voyons maintenant, d'après ce compte, à quel prix nous reviendra le kilogramme de sucre brut.

Pour cela soustrayons des frais.....	73692f 88c
La valeur des pulpes et des mélasses.	19336 95
et nous aurons une somme de.....	54355f 93c

qui, divisée par 92569, nombre de kilogrammes récoltés, donnera pour valeur du kilogramme de sucre brut, par ce système, 60 centimes, somme qui excède de 7 centimes celle trouvée dans un travail double par la continuité, et qui est un peu plus forte que celle de ce travail double sans continuité.

SECTION II.

Exploitation sans continuité.

Nous avons tous les documens propres à établir la question économique de cette exploitation dans les comptes précédens. Ainsi il est évident que les bâtimens et le mobilier devraient être les mêmes que pour une quantité double de racines travaillées par la continuité. Ainsi nous chercherons les sommes à affecter à ces objets, dans le compte d'une fabrication continue de 414200 kilogrammes présenté dans le chapitre précédent. Nous trouverons également dans ce compte ou dans les autres, les élémens propres à établir la valeur du combustible et des autres frais, de même que les produits. Nous allons donc présenter de suite le résumé des frais, des produits,

Digitized by Google

et leur balance pour comparer le résultat à ceux des comptes précédens.

Résumé des frais.—A. Locations, patente,

impôts, réparations et assurances.	6800f	»c
B. Valeur des racines et intérêts...	37291	08
C. Intérêts sur le mobilier à 12 % (1).	4855	20
D. Main-d'œuvre...............	12645	»
E. Frais de combustible..........	11323	18
F. Frais divers.................	2930	»
G. Réparations annuelles.........	2000	»
H. Objets à renouveler annuellement....................	408	»
Ensemble............	78252f	46c

Somme qui représente le coût du travail de 2057100 kilogrammes de racines, sans continuité.

Produits. — Les produits s'éleveront comme

---

(1) Cette somme nous est fournie par la valeur du mobilier du 1er compte, chap. XVII........ 50000f »c

Dont on a déduit :

4000f	pour les formes.		
2400	pour les pots.		
300	pour un bac à formes.		
2840	différence sur la valeur du réservoir à mélasses........	9540	»
	Reste..........	40460f	»c
	Intérêt à 12 pour 100 sur cette somme...	4855	20

dans le compte précédent à	130420.f 35c
A déduire les frais..........	78252 46
Reste........	52167f 89c

qui représentent le bénéfice dans le système d'intermittence. Ce bénéfice, comparé avec celui produit par la continuité pour la même quantité de travail, présente une différence de 4559 f. 58 c. qui sont à l'avantage de la continuité.

Si nous étendons cette comparaison à la valeur d'un kilogramme de sucre brut, nous trouverons qu'ici il coûte 64 centimes, tandis qu'il ne revenait qu'à 60 c. par la continuité; il coûte donc ici 4 centimes de plus, et l'on peut encore juger, par là, de l'influence de la continuité des travaux dans l'industrie.

CHAPITRE XIX.

Fabrique pour exploiter 1028550 *kilogrammes en* 120 *jours avec ou sans continuité.*

Nous continuerons d'envisager séparément cette exploitation dans les deux systèmes de la continuité et de l'intermittence, comme nous l'avons fait dans les chapitres précédens, pour des

exploitations plus importantes. Nous avons appliqué, dans ces deux chapitres, les données que nous avons présentées dans le corps de l'ouvrage, pour évaluer le nombre des ustensiles proportionnellement à l'importance des travaux, de même que pour calculer la main-d'œuvre et tous les autres frais. Nous ne répéterons donc pas ici tous les détails que nous avons fournis à ce sujet, et nous nous bornerons à présenter les résultats des calculs sans les détailler, ni les expliquer.

La quantité de travail à faire en 120 jours dans cette fabrication s'élève à 1028550 kilogrammes de racines; soit 8571 kilogrammes par jour, ou en jus 6000 litres environ. Cette quantité est exactement la moitié du travail de la fabrique moyenne qui nous a occupés dans le chapitre précédent.

SECTION PREMIÈRE.

Exploitation avec continuité.

Je vais exposer de suite la question économique dans ce système.

Frais. — A. Location des bâtimens évaluée à 20,000 fr. Patente, impôts, réparations et assurances.........	2200f »» c
A reporter....	2200f »c

Report......	2200^f	»^{c}
B. Valeur de 1028550 kilogrammes de racines à 17 f. 60 c. le mille...	18102	48
Intérêts de 6 mois à 3 pour 100...	543	06
C. Intérêts à 12 p. cent sur le mobilier évalué 18500 fr...	2220	»»
D. Main-d'œuvre (1)............	7385	»»
E. Frais de combustible..........	5146	90
F. Frais divers.................	1567	50
G. Réparations annuelles.........	1000	»»
H. Objets à renouveler annuellem.	204	25
Total..........	38369^f	19^c

Cette somme de 38369 f. 19 c. serait le coût de la transformation de 1028550 kilogrammes de racines en sucre brut, pulpes et mélasses.

Produits. — Les produits de 1028550 kilogrammes de racines, seraient

1°. En pulpes 308565 kilogrammes à 15 fr. le mille......................	4628^f	47^c
2°. En sucre 46284 id. à 120 f. le cent..........................	55541	70
A reporter....	60170^f	17^c

(1) On a compté, dans cette somme, un directeur pour 2400 francs; mais il pourra arriver souvent que, dans une exploitation de cette importance, le propriétaire lui même fasse fonction de directeur.

Digitized by Google

	Report......	60170f 17c
3°. En mélasse 50400 id. à 10 fr. le cent...........................		5040 »
	Ensemble........	65210f 17c
A déduire les frais.............		38369 19
	Reste............	26840f 98c

Le bénéfice annuel serait donc ici de 26840 fr. 98 c., tandis qu'il devrait être de 28363 f. 73 c. s'il était en rapport avec le bénéfice 56727 f. 47 c., que nous avons trouvé poûr résultat d'une fabrication double par la continuité.

Le kilogramme de sucre brut reviendrait ici à 63 centimes; c'est donc 3 centimes de plus que dans une fabrication double par la continuité, où nous avons trouvé, pour valeur de ce même kilogramme, 60 centimes.

SECTION II.

Exploitation sans continuité.

Nous en viendrons aussi de suite à la question économique.

Frais. — A. Location des bâtimens évaluée à 30000. Patente, impôts, réparations et assurances............		3000f »c
B. Valeur des racines et intérêts..		18645 54
	A reporter....	21645f 54c

Report......	21645f 54c
C. Intérêts à 12 p. cent sur le mobilier évalué 23000 fr..........	2760 »
D. Main-d'œuvre...............	7385 »
E. Frais de combustible..........	5661 59
F. Frais divers.................	1567 50
G. Réparations annuelles........	1000 »
H. Objets à renouveler annuellement.....................	204 25
Total......	40223f 88c

qui représentent le coût de 1028550 kilog. de betteraves travaillées avec intermittence.

Produits. — Les produits seront les mêmes qu'avec la continuité, puisque la même quantité de racines est travaillée; ils s'éleveront donc à une somme de. 65210f 17c

Frais à déduire 40223 88

Bénéfice. . . 24986f 29c

Le bénéfice était de 26840 f. 98 c. avec la continuité; il n'est plus que de 24986 f. 29 c. par l'intermittence.

La différence des deux systèmes est donc de 1854 f. 69 c. qui sont à l'avantage de la continuité.

Le sucre brut reviendra ici, au kilogramme, à raison de 66 centimes. L'intermittence a donc élevé son prix ici de 3 centimes, puisqu'il ne

Digitized by Google

coûtait que 63 centimes pour la même quantité de racines travaillées par la continuité.

CHAPITRE XX.

Comptes de fabrication de divers Manufacturiers et résumés de la question économique.

Les divers comptes que j'ai présentés dans les chapitres précédens sur la fabrication du sucre de betteraves, dans diverses circonstances, donnent tous les élémens les plus exacts du calcul de la question économique dans ce genre de fabrication. Les résultats auxquels nous avons été conduits par cet exposé, sont :

1°. Que les fabriques d'une importance connue, dirigées avec continuité, dans les opérations, sont plus avantageuses que celles d'une égale importance conduites avec intermittence.

2°. Que, considérées dans un même système ou de continuité ou d'intermittence, les fabriques montées sur une plus grande échelle seront toujours les plus avantageuses.

3°. Que le sucre brut produit par une petite fabrication, et sans continuité, ne doit pas revenir,

au manufacturier, à plus de 66 centimes le kilogramme, et qu'une fabrique quatre fois plus importante que celle-là, dirigée avec continuité, peut très bien obtenir le sucre brut à 53 centimes le kilogramme.

4°. Que, si l'on considère que dans les comptes qui ont fourni les conséquences précédentes, tous les avantages de la fabrication du sucre de betteraves ne sont point portés en ligne, tels que l'engrais des bestiaux, la distillation, l'amélioration des terres, etc., on conclura que le prix de 53 centimes pour le kilogramme de sucre brut n'est point la valeur minime à laquelle nous puissions fournir le sucre.

5°. Enfin, que dans l'état actuel de l'art de fabriquer le sucre de betteraves en France, nous pourrions soutenir, pour le commerce de cette production, la rivalité des sucreries du Nouveau-Monde, et que tout nous fait espérer que lorsque cette branche aura pris toute l'extension et subi toutes les améliorations dont elle est susceptible, tout nous fait esperer, dis-je, que nous pourrons produire le sucre à aussi bas prix qu'on le fait aux Indes orientales, c'est-à-dire à environ 30 ou 35 centimes le kilogramme.

Je n'affirmerai pas cependant qu'aucune fabrique française produise aujourd'hui le sucre brut auprix minime que j'ai présenté, de 53 cen-

Digitized by Google

times le kilogramme. Je doute même que cela soit; mais je puis affirmer qu'il est possible de le faire, en montant une exploitation de 4 millions de kilogrammes, comme je l'ai indiqué, et en travaillant par la continuité et par les procédés que j'ai décrits. Je crois cependant pouvoir affirmer, d'après l'aveu de plusieurs fabricans, et entr'autres de M. Crespel, que le sucre ne leur revient jamais à plus de 7 à 8 sous la livre.

Pour achever d'éclairer l'opinion sur cette question importante de la fabrication du sucre de betteraves, je vais produire ici les comptes établis par divers fabricans.

1°. *Compte de fabrication de M. le comte Chaptal.*

La fabrique de M. Chaptal était organisée pour travailler 5 mille kilogrammes de racines par jour; les travaux étaient limités à 4 mois ou 120 jours; c'était donc une fabrication annuelle de 600000 kilogrammes. Les travaux étaient, je crois, intermittens, et cette quantité du travail ne correspondait même pas à la plus petite fabrication que j'aie adoptée dans le chapitre précédent.

Frais. — 10 milliers de livres de racines à 10 fr. 100f

A reporter.... 100f

Report......	100[t]
2 Chevaux et 1 homme au manége.....	9
5 Femmes aux râpes..................	3
4 Hommes aux presses................	6
2 Hommes aux chaudières.............	3
Charbon animal......................	10
Acide, chaux et sang de bœuf........	2
Perte sur l'alcool employé au raffinage...	4
Combustible.........................	12
Intérêts sur la valeur de l'établissement, 30000 fr., répartis en 120 jours de travail..................	16
Entretien des ustensiles de l'usine....	10
Salaire du raffineur et de son aide.....	20
Menues dépenses..............	5
Ensemble......	200

Produits. — M. Chaptal compte sur un produit de 3 pour 100 en sucre brut, soit 150 kilog. sur le travail journalier. Chaque journée exige une dépense de 200 fr.; or la livre de sucre brut reviendra à 13 sous, ou 65 centimes. Il signale ensuite les avantages qui résultent de l'emploi des pulpes comme nourriture, et de la mélasse mise en distillation, mais sans assigner de valeur à ces produits. Nous ferons remarquer de plus que M. Chaptal porte, dans son compte de frais, une valeur pour l'alcool employé au raffinage, et qu'il répartit le salaire annuel du maître raffineur

Digitized by Google

sur la fabrication du sucre brut. Nous pensons que ces omissions et applications, défavorables à la question économique du sucre brut, ne sont pas justes. Si l'on tient compte de ces considérations, on verra que la valeur assignée au sucre brut, par M. Chaptal, sera susceptible d'être réduite de beaucoup.

2°. *Compte de Fabrication de M. Mathieu de Dombasle.*

Ce savant a établi son compte pour une fabrique propre à travailler 2250000 kilog. de racines en 5 mois ou 150 jours de travail, et pour le faire par la continuité.

Frais. — Prix de 2250000 kilog. racines à 30 fr.	67500f
Bois, 800 cordes à 24 fr.	19200
8 Chevaux et 2 hommes, à 20 fr. par jour.	3000
Acide, chaux, terre, sang, papier, ficelles.	1380
Charbon animal, éclairage, filtres, sacs.	8500
Entretien des Machines, etc.	5000
Menus frais de bureau, et dépenses imprévues.	2000
A reporter. . . .	106580f

Report....	106580f
1 Directeur.	3000
2 Commis à 600 fr.	1200
1 Raffineur.	2400
4 Chefs ouvriers à 500 fr.	2000
62 Journaliers à 1 fr. 20 c. pendant 150 jours.	11100
Intérêt des fonds à 6 pour cent. . . .	12000
Total.	138280f

Produits. — M. de Dombasle compte sur un produit de 2 pour cent, en sucre raffiné; soit donc 45000 kilog. de ce sucre. Et en comparant ce produit aux frais ci-derrière, on trouve que ce sucre reviendrait à 31 sous et ½ la livre, ou 1 fr. 53 c.

Le sucre raffiné vaut aujourd'hui à Paris 1 fr. 20 c. à-peu-près la livre, et l'on fabrique du sucre de betteraves avec de grands bénéfices. Cette objection est la correction la plus positive et la plus brève qu'on puisse faire au compte de M. de Dombasle. La discussion de ce compte serait trop méticuleuse, et nous emporterait trop loin si nous voulions l'aborder. Je me bornerai donc à quelques réflexions générales sur l'ensemble ; et elles suffiront pour éclairer l'opinion concurremment avec tous les documens que j'ai présentés précédemment.

Je ferai d'abord observer pour les frais la va-

Digitized by Google

leur énorme de 30 fr. les 1000 kilog. affectés aux racines, tandis qu'il est bien certain que partout on trouverait des cultivateurs qui fourniraient cette racine à 20 fr. Tous les autres frais sont à-peu-près forcés, sinon dans cette proportion, mais d'une manière plus ou moins approximative.

Dans les produits, M. de Dombasle ne fait point figurer la valeur des pulpes ni des mélasses. Il estime aussi le produit en raffinés, en comptant les frais de cette façon. Je condamne exclusivement le raffinage dans les sucreries, attendu que les fabricans de sucre de betteraves feront toujours de très mauvais raffineurs. J'en fournis la preuve par les résultats mêmes annoncés par M. de Dombasle. Ce savant en effet, en comptant sur un produit de 2 pour 100 en raffinés, admet un produit de 4 pour 100 en sucre brut; il n'évalue donc ici le produit du sucre brut en raffinés que pour 50 pour 100, tandis qu'il est bien démontré qu'on tire à Paris jusqu'à 70 et 75 pour 100 des bons sucres bruts, 4[e] Martinique, qui ne sont pas plus généreux que le sucre de betteraves. On peut voir par-là combien les évaluations des produits présentés ci-dessus sont audessous de ce qu'elles devraient être; il y a plus, c'est que si M. de Dombasle, pour obtenir 2 livres de sucre raffiné, employait 4 livres de

sucre brut, il devait lui rester 2 livres de sucre en sirop, propre au moins à être vendu comme mélasse, s'il ne le faisait point recristalliser comme on le pratique ordinairement. Dès-lors, pourquoi omettre, dans son compte des produits, un article aussi important.

En disséquant de cette manière l'ensemble de la question économique du sucre de betteraves, présentée par M. Dombasle, on trouverait partout une tendance pareille de l'auteur à exagérer le prix, et à diminuer le produit. Je ne sais comment expliquer ce fait, car M. de Dombasle a beaucoup de droits à revendiquer, sur l'acquisition du sucre de betteraves, à l'industrie française.

3°. *Compte de la Fabrication de Monseigneur le duc de Raguse en* 1822 (1).

Il paraît qu'à cette époque on travaillait à Châtillon 8000 kilog. de racines par jour, et que le travail durait 4 mois environ; c'était donc une fabrication d'un million de kilog. de racines

(1) Ce compte, comme celui de culture présenté dans la première partie, m'a été fourni par un Polonais de mes amis qui a visité l'établissement en 1822. J'ai vu aussi cet établissement en 1819, mais il ne faisait que de naître, et l'on n'y avait encore aucun résultat propre à établir la question économique.

Digitized by Google

par an. Depuis, cette fabrication a été portée à deux millions.

Frais journaliers. — 4000 kilog. de racines à 20 fr. le mille.	80^f
Charbon animal.	8
Chaux acide et sang.	2
7 Femmes aux râpes.	5
4 Hommes aux presses.	6
Combustible.	30
Renouvellement des sacs.	4
2 Chevaux.	8
Contre-maître et ouvriers.	10
Intérêts des ustensiles.	15
Menus frais.	6
Ensemble.	174^f

Produits journaliers. — 150 kilog. sucre; 190 kilog. mélasse, et 1000 kilog. pulpes.

On y évaluait la mélasse à 4 fr. les 50 kilog.

soit 190 kilog. à 8 fr. le $\frac{0}{0}$.	14^f
Les 1000 kilog. pulpes étaient évalués. .	6
Total.	20^f

En soustrayant ces 20 fr. des frais précédens, on les réduit à 154 fr. qui représentent la valeur ou le coût de 150 kilog. sucre. Dans cette hypothèse, le sucre brut reviendrait à 10 sous la livre.

On a donné ici aux pulpes et aux mélasses une valeur très foible. Et si l'on compare les résultats de ce compte à celui qui s'en rapproche le plus par l'importance de la fabrication, dans le chapitre précédent, on verra qu'il ne donne pas les meilleurs résultats qu'on puisse en attendre. Cette différence tient donc à un vice d'organisation ou de direction, qu'on ne peut signaler ici faute de documens suffisans.

4°. *Comptes de fabrication de M. Crespel.*

Je présenterai d'abord le compte consigné dans le rapport mentionné déjà plusieurs fois, et j'emprunterai toujours son texte.

« *Récapitulation des frais pour deux jours de travail.* — Dépense de main-d'œuvre dans l'établissement	198f 56c
Intérêts des fonds placés dans les bâtimens	21 60
Intérêts du capital des ustensiles	54 50
Le 10me de ces intérêts pour réparations	7 60
Intérêts de l'avance de fonds	20 20
Ensemble	302f 46c

Si nous ajoutons à cette dépense les frais de culture de 25 mesures de terre louées 200 fr., les produits qu'on obtiendra, en mettant en œu-

vre 10,000 kilogrammes de betteraves, reviendront à 538 fr. 46 c.

Si nous y ajoutons les frais de 25 mesures louées 46 fr., ces mêmes produits ne nous reviendront qu'à 459 fr. 46 c. (1)

En deux jours il se fait dans l'établissement 2400 kilogrammes de matt (pulpe), qui, au prix de 15 fr. les 1000 kilogrammes, valent 36 fr.

Il se fait dans le même laps de temps 300 kilogrammes de mélasse, qui, vendue au prix de 40 cent. le kilogramme, rendent 120 fr.

Si nous déduisons ces deux sommes des dépenses précédentes, le sucre seul ne nous reviendra qu'à 382 fr. 46 c. ou à 303 fr. 46 c.

Nous avons dit que la quantité de sucre recueillie variait de 4 à 5 pour 100. Si le sucre nous revient à 382 fr. 46 c., et que le produit soit de 4 pour 100, c'est-à-dire 400 kilogrammes, le kilogramme de sucre nous reviendra à environ 96 c.; si le produit est de 5 pour 100, c'est-à-dire 500 kilogrammes, le kilogramme ne nous reviendra qu'à 76 c.

Mais si, comme il peut arriver à tout propriétaire qui établirait son usine dans ses domaines,

---

(1) Voyez ces deux comptes de culture, première partie, page 82.

les 1000 kilogrammes ne revenaient qu'à 303 fr. 46 c., le kilogramme ne lui reviendrait alors qu'à 60 c. ou à 75 c. »

A cette époque, M. Crespel ne fabriquait annuellement que 500,000 kilogrammes; il a depuis beaucoup étendu sa fabrication, qui est maintenant, dans sa seule fabrique d'Arras, de 2 millions de kilogrammes. Nul doute que, maintenant, il ne puisse produire le sucre à meilleur marché.

Voici ce que M. Crespel m'écrivait dernièrement sur les résultats spéculatifs de sa fabrication :

« Vous connaissez mes produits; ils sont de 5 pour 100 en sucre brut, pris dans la récapitulation que j'ai faite de 6 années de fabrication. Les frais de main-d'œuvre sont de 6 fr. des 1000 livres, et les frais de fabrication sont aussi de 6 fr. pour la même quantité de racines. »

Avec ces documens, j'ai établi comme suit la nouvelle question économique de M. Crespel.

Frais pour 1000 *kilogrammes.* — Valeur des racines	15f
Main-d'œuvre	12
Autres frais	12
Ensemble	39f

Produits de 1000 *kilogrammes.* — Sucre brut, 5 pour 100 sur 1000 kilogrammes = 50 kilo-

Digitized by Google

grammes à 140 = ... 70f

Mélasse, 40 kilog. à 8 fr. le %.	3 20
Pulpe, 300 kilog. à 15 fr. du mille......	4 50
Ensemble............	77f 70c
Frais à déduire......	39 »
Bénéfice.........	38f 70c

Dans cette hypothèse, la valeur du kilog. de sucre brut serait fournie par $\frac{39 - 7,70}{50}$: soit 62 centimes.

Mon ami Cafler, de Douay, compte que son sucre brut ne lui revient pas à plus de 7 à 8 s., quoiqu'il n'opère que sur une fabrication d'un million de kilogrammes en 150 jours.

Ces diverses données pratique prouvent l'exactitude des évaluations que j'ai présentées dans le chapitre précédent ; et l'on voit par-là que si la fabrication du sucre de betteraves était soumise à tous les perfectionnemens que l'expérience et les lumières théoriques indiquent, nous pourrions bientôt produire le sucre à moins de 50 cent. le kilogramme. Espérons que ce temps n'est pas éloigné, et que notre agriculture, en adoptant cette fabrication, reprendra une nouvelle face et un nouvel essor.

Il n'y a pas aujourd'hui, en France, moins de 100 fabriques de sucre de betteraves qui peu-

vent fournir ensemble, au commerce, quatre à cinq millions de livres de sucre brut. Si l'on considère que notre consommation annuelle de sucre brut, qui va toujours en croissant, s'élève aujourd'hui à plus de cent millions de livres, on reconnaîtra que le nombre de nos sucreries indigènes peut encore s'accroître dans une grande proportion, avant que la concurrence ne vienne réduire les chances de gros bénéfices que cette branche d'industrie présente aux entrepreneurs.

FIN DE L'ART DE FABRIQUER LE SUCRE DE BETTERAVES.

Digitized by Google

ESSAI D'ANALYSE

DE LA BETTERAVE,

ET

APPLICATION DE SES RÉSULTATS A LA THÉORIE DE LA DÉFÉCATION.

Déja, depuis très long-temps, la betterave a été l'objet de nombreuses recherches de la part des chimistes et des manufacturiers, et depuis Margraff, à qui nous devons la découverte, dans cette racine, d'une matière cristallisable identique avec celle de la canne, beaucoup de savans distingués se sont occupés de travaux sur la betterave. Parmi ces derniers, en effet, on peut citer MM. Hermstaedt, Lampadius, Deyeux, Achard, Chaptal, de Dombasle, etc.

Les travaux de ces savans ont été dirigés particulièrement vers la recherche des meilleurs moyens à employer pour exploiter en grand la découverte de Margraff.

Il est à regretter qu'aucun des chimistes habiles que je viens d'énumérer n'ait pris, pour résoudre le problème qu'ils étudiaient, la route la plus naturelle, et la seule, peut-être, qui pût conduire à une solution positive. Et, en effet, pouvait-on espérer de diriger convenablement l'emploi des agens propres à isoler le sucre cristallisé des matériaux immédiats avec lesquels il est mélangé ou combiné dans la betterave aussi long-temps que ces ma-

tériaux seraient demeurés inconnus. Il est vrai que l'analyse organique est la branche chimique la plus faible, la plus délicate à manier, et celle qui présente le plus de difficultés dans les recherches et d'incertitude dans les résultats, et nous devons sans doute attribuer à cet écueil de la science l'ignorance où nous sommes encore aujourd'hui sur la composition chimique de la betterave.

Il eût été à désirer, sous ce rapport, dans l'intérêt de la fabrication du sucre de bettèraves, que l'un de ces savans peu nombreux qui exploitent et ont exploité avec succès le domaine de l'analyse immédiate, eût appliqué ses recherches à la betterave; et nul doute que l'art d'extraire le sucre de cette racine n'en eût reçu des lumières fécondes.

Occupé, depuis long-temps, de sucre de betteraves dans les ateliers, j'avais souvent regretté de ne point avoir sur cette racine une analyse chimique qui pût éclairer mes expériences et les améliorations dont je m'occupais. Cette année, enfin, dégoûté de travailler sans guide, je résolus et me trouvai en mesure de faire quelques recherches de laboratoire sur la betterave, en dirigeant surtout ces recherches vers les résultats utiles à connaître en manufacture. Je ne donnerai donc point mes résultats comme une analyse chimique immédiate qui fasse connaître exactement tous les matériaux immédiats de cette racine, mais je pense que ces résultats sont déjà assez caractérisés pour pouvoir être de quelque utilité à l'explication des phénomènes qui se produisent dans la fabrication du sucre de betteraves, et pour jeter quelque jour nouveau sur ses opérations.

La betterave, dans l'état où la fournit le sol, essayée par les réactifs colorés, a un caractère acide très faible.

Digitized by Google

Coupée par tranches et abandonnée à l'air, elle ne tarde pas à se colorer en noir ; et cette couleur est d'autant plus intense, et se produit avec d'autant plus de rapidité que la betterave est plus aqueuse, qu'elle est exposée à une température plus élevée, et qu'elle est plus fraîchement récoltée. En effet, cinq à six mois après la récolte, elle ne se colore plus sensiblement à l'air, surtout si elle a été un peu desséchée pendant sa conservation.

Ce dernier phénomène est subordonné au développement d'un acide qui se forme pendant la conserve.

Les mêmes phénomènes qui se produisent dans la betterave coupée par tranches se reproduisent avec plus d'énergie lorsqu'elle est divisée par la râpe.

Il était naturel de penser que cette coloration de la pulpe dépendait d'une action de l'air; et, en effet, si l'on réunit cette pulpe dans un tube étroit en verre, et qu'on l'y enfonce, on verra que la surface commencera à se colorer, et que la couleur marchera ainsi de la surface au fond du tube.

Si l'on place cette pulpe, ou seulement des tranches de betteraves, sous une cloche sur le mercure, on remarquera une absorption qui va en croissant pendant deux à trois jours pour une température de 12 à 13° centésimaux, et qui est alors au maximum de $\frac{5}{100}$; mais, après cette époque, l'absorption cesse, et il y a, au contraire, dégagement de gaz.

L'air, analysé au moment où le dégagement commençait, contenait $\frac{11}{100}$ d'acide carbonique et $\frac{15}{100}$ d'oxigène : tout l'acide carbonique produit dans cette expérience a donc pu l'être au détriment du végétal, sans le concours des $\frac{5}{100}$ d'oxigène absorbés. Il est probable, en

effet, que ces $\frac{5}{100}$ d'oxigène ont concouru à créer la matière noire avec l'un des matériaux immédiats du jus.

La même pulpe, mélangée avec un peu d'eau de chaux et placée sous une cloche, a donné une absorption moins grande que dans l'expérience précédente, et la pulpe s'est aussi moins colorée.

Si l'on remplace la chaux par l'acide sulfurique très étendu d'eau, l'absorption devient presque nulle, et il n'y a plus de coloration ni de formation d'acide carbonique. Les acides tartrique, oxalique, citrique, nitrique, et probablement d'autres, ont aussi la propriété de préserver la pulpe de betteraves de la coloration. L'acide acétique, suivant une observation qui m'a été communiquée par M. Payen, ne jouit pas de cette propriété.

Cette faculté qu'ont plusieurs acides de préserver la pulpe de betteraves de la coloration par l'absorption de l'oxigène, s'étend à beaucoup de fruits. Les poires et les pommes, même lorsqu'elles sont acides, se colorent en jaune à l'air ; il n'en est plus de même si on les recouvre d'un peu d'eau acidulée par l'acide sulfurique. On peut augurer par là que l'acide malique qui se trouve dans les poires et dans les pommes ne participe point, de même que l'acide acétique, de la propriété des acides sulfurique, nitrique, etc.

On peut expliquer, par ces expériences, comment des betteraves conservées finissent par ne plus se colorer à l'air : c'est qu'alors il se développe un acide qui reste libre et les préserve de cette altération.

Tous les phénomènes qui se produisent dans la pulpe de betteraves, soit seule, soit mélangée avec les alcalis ou les acides, se reproduisent encore dans le jus isolé.

Ainsi, ce jus abandonné à lui-même noircit ; s'il est

Digitized by Google

mélangé avec un peu de chaux, il noircit moins ; et les acides sulfurique, etc., le préservent de la coloration.

Si l'on abandonne du jus à lui-même, non-seulement il se colore en noir, mais encore il donne un précipité noirâtre, et ne tarde pas, s'il est sous l'influence d'une température de 15 à 18° centésimaux, à subir une altération plus remarquable. Il se transforme alors en une masse glaireuse et filante comme du blanc d'œuf. Cette matière, qui peut être séparée par l'alcool, a alors l'aspect d'une membrane ; elle peut s'alonger comme le caoutchou ; mais, lorsqu'elle n'est plus humectée par l'alcool, elle adhère au doigt et à tous les corps qu'on lui présente, comme la glu. Desséchée, elle a un aspect corné et une teinte verdâtre ; elle peut se redissoudre dans l'eau, et former avec elle une espèce de liquide mucilagineux, fade et insipide, qui a une teinte laiteuse, et qui est filant quand il est un peu concentré. Elle donne seulement les acides malique et oxalique par l'acide nitrique et la chaleur. Traitée par le feu, elle donne un peu de sous-carbonate d'ammoniac.

Cependant, je ne crois point que la matière glaireuse et filante formée dans la betterave soit de nature animale, car une matière semblable, que j'ai recueillie d'une dissolution de sucre brut, ne m'a donné aucune trace d'ammoniac. Il me paraît donc démontré par là même que le glaireux ci-dessus, séparé par l'alcool, ne m'a donné de l'ammoniac que parce qu'il contenait une matière animalisée, et sans doute aussi parce qu'il contenait l'oxalate d'ammoniaque qui se trouve dans le jus.

Si l'on traite le jus de betteraves, immédiatement après le râpage et l'expression, par la chaleur, on en sépare une matière floconneuse qui, réunie sur un filtre, lavée et

desséchée, présente une masse consistante et noirâtre; elle est insoluble dans l'eau et dans l'alcool; la potasse et la soude peuvent l'attaquer et la dissoudre. Cette matière, traitée par le feu, donne beaucoup de sous-carbonate d'ammoniaque. Elle est donc de la même nature que cette matière connue sous le nom d'*albumine végétale*, à cause de la propriété qu'elle a, de commun avec l'albumine animale, d'être coagulable par la chaleur et précipitable par l'alcool et les acides. Au reste, cette matière est peut-être complexe; elle est précipitable par les acides; elle ne l'est que peu ou point par la chaux.

Le jus brut précipite aussi de l'albumine par le chlore et la dissolution aqueuse de noix de galle.

Le jus séparé de l'albumine par la chaleur a une teinte verdâtre qui est due à la combinaison de deux couleurs, le jaune et le noir. Abandonné à lui-même, il se transforme promptement en glaireux, ce qui prouve que la chaleur ne sépare pas le principe de cette décomposition. A la fermentation glaireuse succède une fermentation acéteuse, et le jus qui en résulte mis à évaporer donne des cristaux abondans de mannite. Cela est conforme à beaucoup d'observations faites ou sur le jus de betteraves ou sur d'autres sucs végétaux.

Malgré sa teinte verdâtre, le jus chauffé et filtré est cependant bien transparent.

Traité dans cet état par les acides sulfurique, nitrique, tartrique, etc., il donne un précipité léger et floconneux d'une matière de nature animale, dans laquelle l'acide n'est pas en combinaison. Cette matière a une teinte verdâtre et laiteuse; elle est au contraire transparente quand elle est sèche. C'est, d'après M. Chevreul, un caractère des matières azotées. Le liquide, séparé de

cette matière, passe du vert au jaune faible, et il peut être abandonné indéfiniment à lui-même sans subir la fermentation glaireuse ; il ne donne plus de mannite par évaporation. Cette matière, sur laquelle je me propose de faire de nouvelles recherches, est bien certainement le levain de la fermentation glaireuse ; elle forme, avec la chaux, un sur-sel soluble et un sel neutre insoluble ; avec la potasse, la soude et l'ammoniac, elle donne des sels solubles.

Ce fait explique pourquoi, lorsqu'on traite le jus de betteraves par un excès de chaux, on obtient un liquide qui ne peut plus passer au glaireux et se trouve bien décoloré, tandis que le contraire arrive quand on emploie peu de chaux.

Le jus de betteraves, séparé de l'albumine par la chaleur, donne encore des précipités avec les réactifs suivans :

1°. Avec la chaux et la barite, un précipité abondant d'oxalate de ces bases.

2°. Avec le nitrate d'argent, un précipité formé de beaucoup d'oxalate d'argent et d'un peu de chlorure.

3°. Avec l'hydrochlorate de chaux, un précipité d'oxalate de chaux.

4°. Avec le sulfate de cuivre, un précipité d'oxalate de cuivre insoluble dans l'acide sulfurique.

5°. Avec l'acétate et le sous-acétate de plomb, un précipité très volumineux d'oxalate de plomb et de tous les matériaux de la betterave, autres que les sucres, combinés avec le plomb.

6°. Avec l'acide tartrique, un tartrate acide de potasse assez abondant.

7°. Avec l'hydrochlorate de platine, un hydrochlorate

double de platine et d'ammoniac d'où la potasse dégage l'ammoniac.

8°. Avec la potasse et la soude, il ne donne qu'un précipité très faible.

Il ne précipite pas du tout par l'ammoniac; et un fait qui m'étonna beaucoup, c'est qu'il en est de même avec le perchlorure de mercure.

Comme l'acide sulfurique est, avec la chaux, le seul réactif employé dans la fabrication du sucre pour déféquer, je voulus reconnaître exactement l'action de cet agent et l'influence de ses proportions sur le poids des précipités.

A cet effet je traitai : 1°. 0,1 litre de jus brut par 2 grammes de cet acide; 2°. 1 autre décilitre par 3 grammes; 3°. puis 1 troisième par 4 grammes.

Ces trois expériences furent faites à froid, et j'obtins des précipités légers et floconneux qui se rassemblèrent mieux dans l'expérience où il y avait 4 grammes d'acide. Ce fut aussi le jus de cette expérience qui se sépara le plus rapidement à la filtration.

Au reste, les précipités lavés, séchés et pesés avaient sensiblement tous les trois le même poids de 0,48 grammes. Le précipité d'une même quantité de jus traitée par la chaleur seule ne me donna que 0,4 grammes. Cette différence provient de la matière animale, que la chaleur ne précipite pas, et qui sert de levain à la fermentation visqueuse.

Le précipité du jus par l'acide sulfurique ne se forme pas par suite d'une combinaison avec cet acide. Je l'ai essayé par les réactifs, et j'ai reconnu qu'il ne contenait pas du tout d'acide sulfurique.

Les acides nitrique, tartrique, etc., déterminent dans

Digitized by Google

le jus des précipités pareils. Ces précipités contiennent du soufre libre ou faiblement combiné. On le reconnaît facilement en le brûlant sur une lame d'argent.

Ces mêmes précipités, lavés et traités à chaud par l'alcool, donnent deux matières grasses, dont une solide et une autre liquide. La matière solide est celle que M. Chaptal a retirée des écumes de la défécation par l'alcool, et qu'il a signalée commé étant analogue à la cire.

La matière grasse liquide rancit très vite à l'air, et donne l'odeur des huiles végétales qui ont subi cette altération.

Un fait très remarquable des acides sulfurique, tartrique et oxalique sur le jus brut de betteraves, c'est que si l'on place ce jus ainsi traité à une température favorable à la fermentation alcoolique, il entre de suite, avec une grande énergie, dans cette fermentation, tandis qu'il se serait noirci et transformé en glaireux à cette même température sans le concours de l'acide. Ce qui n'est pas moins remarquable dans ce fait, c'est que la masse liquide se recouvre d'un chapeau de levure qui a exactement l'aspect, l'odeur et la saveur de la levure de bière, et qui peut, comme celle-ci, servir de levain très énergique pour d'autres fermentations. On pourrait utiliser avec succès ce moyen, si l'on voulait transformer le jus de betteraves en alcool; et l'on sent que l'avantage de ce procédé consisterait à procurer une très belle fermentation alcoolique dans le jus sans l'emploi de la levure.

Si l'on traite le jus de betteraves par la chaux en excès et par la chaleur, il est décoloré, et il se forme un précipité abondant. Ce précipité séparé par le filtre, lavé et séché, a l'aspect terreux; il est d'un gris blanc et opaque; tandis que le précipité fourni par l'acide sulfurique a, dans son

état de dessication, l'aspect corné et gélatineux. Il donne au feu du sous-carbonate d'ammoniaque; incinéré on retrouve dans ses cendres beaucoup de carbonate de chaux, ce qui prouve que la chaux est entrée en combinaison.

Si l'on traite le jus brut par le sous-acétate de plomb jusqu'à ce qu'il ne précipite plus par cet agent, on obtient un magma épais, qu'on peut cependant filtrer avec beaucoup de facilité; mais, dans ce cas, le dépôt occupe au moins la moitié du volume du jus rendu, et le liquide est fortement alcalin.

Si on lave ce dépôt à froid et à chaud, qu'on réunisse ces eaux de lavage au jus, qu'on traite le tout par un courant d'hydrogène sulfuré, qu'on fasse évaporer la liqueur, on trouve dans celle-ci, par les réactifs, de l'acide acétique, de l'ammoniaque, de la potasse, et des sucres cristallisable et incristallisable. On remarque, de plus, que le sucre cristallisable se forme lentement et péniblement : cela tient aux acétates de potasse et d'ammoniac qui se trouvent dans la liqueur, et qui lui donnent une grande déliquescence.

Si l'on traite le dépôt lavé à froid et à chaud, par un courant d'hydrogène sulfuré, on obtient un liquide incolore, qui, évaporé, donne de l'acide acétique et une cristallisation abondante d'acide oxalique (1). On peut conclure de là que la potasse et l'ammoniaque qui se trouvent dans le jus de betteraves, y sont combinés avec l'acide oxalique.

---

(1) Il y a en outre, dans ce liquide, un acide incristallisable qui doit être l'acide libre de la betterave. Ce n'est ni de l'acide tartrique, ni de l'acide malique, ni de l'acide citrique. Je me propose de répéter ces expériences, afin de rechercher la nature de cet acide. Il donne, avec la chaux, un précipité soluble dans l'acide acétique.

Ainsi l'on peut, à l'aide de ce fait, concevoir comment, après un traitement du jus de betteraves par la chaux, la potasse et l'ammoniaque combinées avec l'acide oxalique deviennent libres dans la liqueur.

Les diverses espèces de betteraves que j'ai observées m'ont présenté constamment une grande quantité d'acide oxalique. On avait considéré jusqu'à présent l'existence des sels dans la betterave comme étant peu importante, et inutile à prendre en considération. L'existence de l'acide oxalique prouve que cela n'est point, et que la chaux, qui est employée comme agent déféquant, exerce une action sur les sels de la betterave, puisqu'elle leur enlève cet acide.

M. Crespel d'Arras m'avait donné, l'année dernière, un précipité formé dans ses chaudières évaporatoires. J'ai analysé ce précipité.

Il était très dur, sous forme de couches cristallines, de couleur brune, et difficile à pulvériser.

Traité par l'eau, il lui donne une propriété alcaline que je reconnus être due à des sous-carbonates de potasse.

En le traitant par l'acide hydrochlorique, j'en séparai une matière animale jaune foncé qui me parut être la cause de la couleur du précipité.

Au reste, je reconnus que le précipité était formé d'une grande quantité d'oxalate de chaux et de sulfate de chaux, d'un peu de sulfate d'ammoniaque, de sous-carbonate de potasse et de matière animale colorée en jaune.

L'oxalate de chaux était bien certainement retenu en dissolution dans le jus, où il s'est précipité par évaporation, à l'aide de la potasse que l'acide sulfurique ajouté n'avait pas neutralisée entièrement; et c'est cette potasse

qui s'était transformée en carbonate, que j'ai retrouvée dans le même précipité.

45 Grammes de betterave humide se sont réduits, par dessiccation, à 7,5 grammes, et par incinération, à 0,49 grammes.

Ces cendres étaient composées de sous-carbonate de potasse, de phosphate de chaux, de muriate et de sulfate de potasse, de silice, d'alumine et de traces d'oxides de fer et de manganèse.

La pulpe de la betterave, distillée avec de l'eau, fournit un liquide qui précipite faiblement l'hydrochlorate d'or, et qui a l'odeur particulière de la betterave. L'odeur est donc combinée, dans cette racine, avec une huile essentielle.

Le principe colorant varie, dans les betteraves, avec les espèces ; il est ou jaune, ou rouge, ou rosé, ou violet. Quelle que soit sa couleur, il est toujours soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans la potasse. Cette dernière finit par l'altérer.

Je traitai 0,1 litre de jus pesant 6° $\frac{1}{2}$ à l'aréomètre de Baumé par de l'alcool à 40° : le liquide se troubla fortement, et je continuai d'ajouter de l'alcool jusqu'à ce qu'il ne se précipitât plus rien ; alors je filtrai.

J'obtins un précipité verdâtre, semblable à celui qu'on sépare par la chaleur et les acides : c'était donc une espèce d'albumine.

Le liquide alcoolique obtenu avait une teinte verdâtre, quoiqu'il fût bien limpide. Je le mis à évaporer : lorsqu'il fut réduit aux 0,6 de son volume, il se troubla ; je le laissai alors refroidir, puis je le filtrai. J'en séparai ainsi une matière légère et tremblante, analogue à la gelée.

Le liquide fut de nouveau mis à évaporer, et concen-

Digitized by Google

tré jusqu'à consistance sirupeuse : alors je le laissai refroidir, puis je le traitai par l'alcool à 38°. J'en séparai ainsi toute la matière sucrée, et il me resta, après des traitemens alcooliques très multipliés, une masse grise et dure qui ne rendait plus rien à l'alcool.

Le liquide alcoolique fut mis à évaporer : il avait une teinte légèrement ambrée ; et lorsqu'il fut en consistance sirupeuse, je le mis à l'étuve pour le faire cristalliser.

J'obtins ainsi, au bout de trois jours, une cristallisation abondante et nerveuse d'un beau sucre candi, qui, séparé des eaux mères et lavé par l'alcool, pesait 5,11 grammes.

L'eau mère, mise de nouveau à cristalliser, m'a encore fourni, au bout de quelques jours, 0,85 de beaux cristaux de sucre. L'eau mère contenait encore du sucre après ces deux cristallisations ; mais je ne le séparai pas, à cause des difficultés que cela présente quand on opère sur de petites masses, et j'évaluai qu'elle pouvait encore en contenir 0,61 grammes, ce qui donne un ensemble de 6,75 grammes ; cela fait donc 4 ½ p. 100 de sucre pris le poids des racines, en évaluant le jus retiré à raison de 70 p. 100.

L'eau mère avait une saveur très amère ; traitée par l'éther, elle donna une résine verte et amère, mais en petite quantité.

La matière grise séparée du sucre par les traitemens alcooliques se liquéfiait à l'air, et prenait alors une teinte verte cul de bouteille ; sa saveur n'était plus sucrée, mais elle était sensiblement salée. Elle contenait tout l'oxalate d'ammoniaque du jus, et cela devait être, puisque cet oxalate est insoluble dans l'alcool.

J'étendis cette matière d'eau, et je la traitai par un

peu de potasse pour en chasser l'ammoniaque, puis je la concentrai. J'obtins ainsi un extrait verdâtre qui, desséché complètement, est transparent, dur et cassant comme la gomme; il est soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, auquel il ne donne rien, même à chaud; il ne rend rien non plus à l'éther.

Sa dissolution dans l'eau n'est pas précipitée par les acides; elle ne l'est pas non plus par la soude, la potasse et l'ammoniaque; mais elle l'est fortement par la chaux, lors même qu'on a décomposé doublement l'oxalate de potasse, qu'elle retient, par l'hydrochlorate de chaux.

Cette matière sèche, traitée par l'acide nitrique, s'y dissout à froid, et par la chaleur cette dissolution ne donne pas d'acide mucique. Ce n'est donc qu'une matière analogue à la gomme.

La matière seule exposée au feu se boursouffle, donne un charbon volumineux et brillant, mais peu d'ammoniaque.

Cette matière n'est probablement pas simple, mais elle est certainement de nature végétale; et c'est elle qui est en partie précipitée par la chaux dans l'opération de la défécation.

Les traitemens alcooliques que je viens de donner offrent un moyen de séparer, en quelque sorte, les sucres des autres matériaux de la betterave, et d'estimer ainsi sa valeur vénale.

On pourrait encore procéder autrement à cette recherche : ce serait de peser une certaine quantité de racines, 2 ou 300 grammes, par exemple; de les couper par tranches minces; de faire sécher ces tranches, de les pulvériser, puis de les épuiser par l'alcool à 33° bouillant. Par ce moyen on recueillerait tout le sucre dans l'alcool, qui,

Digitized by Google

concentré et cristallisé, donnerait toute la matière cristallisable contenue dans le fruit essayé. Ce moyen, qui peut être facilement pratiqué par les manufacturiers intelligens, pourrait leur être utile dans une foule de circonstances.

En résumant les divers résultats analytiques que nous venons de présenter, on pourra établir, de la manière suivante, la composition de la betterave :

1°. Eau.

2°. Parenchyme ligneux.

3°. Sucre cristallisable, identique avec le sucre de cannes.

4°. Sucre liquide ou incristallisable.

5°. Albumine végétale colorée.

6°. Gelée.

7°. Matière azotée noire, précipitable par les acides, et déterminant la décomposition du sucre en glaireux.

8°. Une matière grasse, solide à la température ordinaire.

9°. Une huile fixe.

10°. Une huile essentielle.

11°. Une résine verte amère.

12°. Une matière gommeuse.

13°. Un ou deux principes colorans, jaunes et rouges.

14°. Un acide libre dont la nature n'a pas été déterminée ; il se développe dans les conserves et préserve la racine coupée de l'altération, qui se manifeste dans la racine fraîche par une couleur noire.

15°. De l'oxalate d'ammoniaque.

16°. De l'oxalate de potasse.

17°. De l'oxalate de chaux.

18°. De l'hydrochlorate d'ammoniaque.

19°. Du sulfate et du phosphate de potasse.

20°. De la silice.

21°. De l'alumine.

22°. Des traces d'oxides de fer et de manganèse.

23°. Des traces de soufre.

Le nombre des matériaux immédiats de la betterave est sans doute plus considérable que ne l'indique cet essai d'analyse ; et, dans cette hypothèse, les matériaux que j'ai présentés comme simples seraient composés. Quoi qu'il en soit, d'ailleurs, de cette conjecture probable, le changement qui en résulterait n'altérerait en rien les applications qu'on peut tirer de cette analyse à la théorie de la défécation du jus de betteraves, qui est ici notre objet essentiel.

Ainsi, par exemple, que l'albumine végétale soit simple ou composée, elle sera toujours coagulée par la chaleur et précipitée par les acides et par l'alcool.

Le levain de la fermentation visqueuse est aussi une matière simple ou un composé de matériaux susceptibles d'être précipités par les acides et par un excès de chaux.

La matière gommeuse est précipitable par la chaux et point par les acides, etc., etc.

En s'enveloppant enfin des résultats de cette analyse pour juger les opérations de défécation et reconnaître les améliorations dont elles seraient susceptibles, on arrivera aux conséquences suivantes :

1°. On reconnaîtra que la défécation à la chaux seule met de la potasse en liberté dans le jus, et que, sous ce rapport, cette méthode est très vicieuse, parce que celle-ci altère une partie du sucre cristallisable.

2°. On reconnaîtra qu'il est très utile d'ajouter de l'a-

Digitized by Google

cide sulfurique après avoir déféqué à la chaux pour neutraliser l'alcali.

3°. On reconnaîtra encore que le procédé d'Achard, qui résulte de l'emploi successif à froid, 1°. de l'acide sulfurique, et 2°. de la chaux, doit être bien préférable aux autres, puisqu'il réunit, sans inconvéniens aucuns, l'action de deux agens qui ont une fonction chimique différente, et qui séparent des matériaux immédiats différens. Ainsi, l'acide sulfurique, employé d'abord à froid dans le jus brut, en précipite l'albumine et la matière azotée qui colore le jus en vert, et il produit cette précipitation sans se combiner à ces matériaux; de sorte qu'en employant immédiatement la chaux en petit excès, celle-ci ne redissout pas l'albumine; elle se combine avec l'acide oxalique des oxalates de potasse et d'ammoniaque qui sont transformés en sulfate, et elle agit, en outre, par le faible excès dans lequel on l'emploie, et sur la matière gommeuse avec laquelle elle se combine, et sur l'acide sulfurique, qui resterait libre dans la liqueur.

4°. On pourra aussi s'assurer que, dans le nombre des réactifs essayés, et qui exercent une action déféquante sur le jus de betteraves, le sous-acétate de plomb serait le seul que l'économie permettrait d'employer, si son action n'introduisait pas dans le jus des acétates très déliquescens qui rendent la cristallisation très pénible. Il est à regretter que cette circonstance, dépendante de la présence de la potasse et de l'ammoniaque dans le jus de betteraves, exclue l'emploi du sous-acétate de plomb comme agent déféquant; car ce réactif est le seul connu qui soit susceptible d'isoler presque complétement les sucres de la betterave de toutes les matières étrangères auxquelles ils sont unis.

Paris, le 31 juillet 1825.

Au moment même où l'impression de cet Ouvrage était sur le point d'être terminée, j'ai appris de M. Payen que, contradictoirement avec les résultats que j'ai obtenus, ce chimiste expérimenté n'a pas trouvé dans la betterave d'oxalate soluble, et qu'en outre, il y a trouvé du malate de chaux en grande quantité, et un peu d'oxalate de chaux. Il me restait encore de l'acide oxalique que j'avais précipité du jus de betterave par le plomb : j'en ai envoyé aussitôt à M. Payen, qui a bien reconnu cet acide. J'ai de plus voulu m'assurer, par expérience, quelle pouvait être la cause de cette anomalie, et j'ai, en conséquence, traité par l'oxalate de plomb du jus de nouvelles betteraves, et je dois avouer que je n'ai plus trouvé d'oxalate soluble. Cependant, je suis aussi certain des expériences que j'ai faites il y a quatre mois que de celles que je viens de répéter. Je serais porté à croire que la seule différence qui existait entre les betteraves peut avoir donné lieu aux différens résultats. En effet, lors de mes premières expériences, faites il y a quatre mois, j'opérais sur des racines qui avaient six mois de conserve depuis la récolte, tandis que les expériences que j'ai faites il y a quelques jours l'ont été sur des racines qui n'étaient pas encore arrivées à maturation; et il ne serait pas difficile de concevoir comment l'acide oxalique pourrait ne se développer que vers la fin de la végétation, ou même seulement dans les magasins.

D'un autre côté, M. Payen dit n'avoir point fait son analyse sur de nouvelles racines.

Quoi qu'il en soit, d'ailleurs, de ce fait important, je puis affirmer ici que je ne me suis pas borné à recueillir l'acide oxalique, que j'ai annoncé exister dans la betterave, seulement à l'aide du plomb, mais je l'ai encore obtenu cristallisé après l'avoir précipité et par le nitrate d'argent et par le nitrate de baryte. Seulement je rappellerai que ces expériences ont été faites dans le mois de mars dernier, c'est-à-dire sur des betteraves qui avaient six mois de garde.

Je me propose de répéter ces expériences cette année, de manière à être irrévocablement fixé sur ce point.

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES

DANS CET OUVRAGE.

INTRODUCTION, Page v

PREMIÈRE PARTIE.

Culture de la betterave, 1
CHAPITRE Ier. Des diverses espèces de betteraves et de leur choix, 7
CHAP. II. Du choix des terrains, 19
CHAP. III. De la préparation des terrains, 27
CHAP. IV. Des engrais, 35
CHAP. V. Des semailles, 39
Sect. Ire. Semailles à la volée, 44
Sect. II. Semailles en pépinière avec repiquage en plein, 48
Sect. III. Semailles en lignes avec éclaircissemens et repiquages intercalés, 53
1°. Description du semoir en lignes de Hille, 55
2°. Manœuvre des semailles en lignes, 59
CHAP. VI. Des sarclages et autres soins à donner à la betterave pendant sa végétation, 61
CHAP. VII. De la récolte des betteraves, 67
Sect. Ire. Déplantage ou arrachage des racines, 72

SECT. II. Décolletage ou amputation des collets des betteraves, PAGE 73
SECT. III. Mise en monts et transports dans les réserves, 75
CHAP. VIII. Question économique de culture, 78
Tableau de cultures comparées, 90
CHAP. IX. Conservation des betteraves, 96
SECT. Ire. Force végétative, 98
SECT. II. Action de la chaleur, 102
SECT. III. Action de l'air, 104
SECT. IV. Action de la gelée, du dégel et des transitions de température, 109
SECT. V. Richesse saccharine, 112
SECT. VI. Dimension des racines, 113
CHAP. X. Des différens modes de conservation des betteraves, 114
SECT. Ire. Conservation à l'air libre, 115
SECT. II. Conservation en fosses, 119
SECT. III. Conservation en caves, 122
SECT. IV. Conservation en magasins, 124
SECT. V. Mode de conservation proposé par l'auteur, 127

Digitized by Google

SECONDE PARTIE.

Fabrication du sucre de betteraves, PAGE 131
CHAPITRE I^er^. Nettoyage des betteraves, 137
CHAP. II. Lavage des betteraves, 140
CHAP. III. Râpage des betteraves, 144
SECT. I^re^. Description des râpes, 151
1°. Râpe de M. Thierry, *ibid.*
2°. Râpe de M. Molard jeune, 155
3°. Râpe de M. Odobbel, 160
SECT. II. Manœuvre du râpage, 161
SECT. III. Force motrice pour le service de la râpe, 163
CHAP. IV. Extraction du suc, 166
SECT. I^re^. Des diverses presses employées dans les fabriques de sucre de betteraves, 172
1°. Presses à vis, 173
2°. Presses à cric, 177
3°. Presses à coin, *ibid.*
4°. Presses à cylindre, 179
5°. Presses hydrauliques, 181
Description de la presse hydraulique de M. Dufour, 186
SECT. II. Accessoires d'une presse, 190
1°. Sacs à pulpe, 191
2°. Claies, 194
3°. Bac à préparer les sacs, 196
4°. Réservoir à jus, conduits, pompe, etc., 198
SECT. III. Manœuvre de la presse, 199
CHAP. V. Défécation du jus, 204
SECT. I^re^. Des chaudières de défécation, 208
SECT. II. Access. d'une chaudière à déféquer, 221

Digitized by Google

1°. Aréomètre et thermomètre, PAGE 222
2°. Balance pour peser la chaux, 224
3°. Bac à éteindre la chaux, et seaux en bois pour le service de la défécation, 224
4°. Mesure métallique pour l'acide sulfurique, 226
5°. Mouveron pour agiter la chaudière, *ibid.*
6°. Cuiller et soucoupe d'épreuve, 227
7°. Grande écumoire, 228
8°. Filtre aux écumes et conduits, *ibid.*
SECT. III. Des divers procédés de défécation, 230
1re *Méthode.* — Procédé des Colonies, 231
2me *Méthode.* — Procédé français, 254
3me *Méthode.* — Procédé d'Achard, 277
CHAP. VI. Concentration du suc, 302
SECT. Ire. Des appareils évaporatoires, 306
1°. Appareil d'Achard, 311
2°. Appareil à Châtillon-sur-Seine, *ibid.*
3°. Appareil de M. le comte Chaptal, 312
4°. Appareil généralement usité, 314
5°. Appareil de M. Crespel, *ibid.*
6°. Appareil proposé par l'auteur, 318
SECT. II. Des accessoires des chaudières évaporatoires, 327
SECT. III. Manœuvre de la concentration, 328
1°. Manœuvre avec les appareils ordinaires, 334
2°. Manœuvre avec la batterie évaporatoire, 335
CHAP. VII. Clarification du sirop, 342
SECT. Ire. Chaudière de clarification, 343
SECT. II. Agens clarifians, 346
1°. Des charbons, 347
2°. Des matières albumineuses, 354
A. Blancs d'œufs, 355

B. Sang de bœuf, PAGE 356
3°. Du lait, 359
SECT. III. Manœuvre de la clarification, 360
CHAP. VIII. Filtration, 371
SECT. Ire. Des filtres, 372
SECT. II. Des accessoires des filtres, 380
SECT. III. Manœuvre de la filtration, 383
CHAP. IX. De la cuisson des sirops, 388
SECT. Ire. Chaudière de cuite, 389
SECT. II. Accessoires de la chaudière de cuite, 395
1°. Vase aux écumes, *ibid.*
2°. Écumoire, *ibid.*
3°. Thermomètre de preuve, 396
SECT. III. Des divers moyens de prendre la preuve, 397
1°. Preuve au filet, 398
2°. Preuve au soufflé, 400
3°. Preuve au thermomètre, 402
SECT. IV. Manœuvre de la cuite, 405
CHAP. X. Refroidissement du sirop cuit, 411
SECT. Ire. Du chaudron rafraîchissoir et de ses accessoires, 414
SECT. II. Manœuvre du chaudron rafraîchissoir, 416
CHAP. XI. Empli des formes, 420
SECT. Ire. Des formes, *ibid.*
SECT. II. Manœuvre de l'empli des formes, 426
CHAP. XII. Transport des formes dans les purgeries et épuration du sucre brut, 430
CHAP. XIII. Lochage des formes et récolte du sucre, 434
CHAP. XIV. Recuisson des mélasses, 440
CHAP. XV. Mode de cristallisation recommandé par Achard, 447

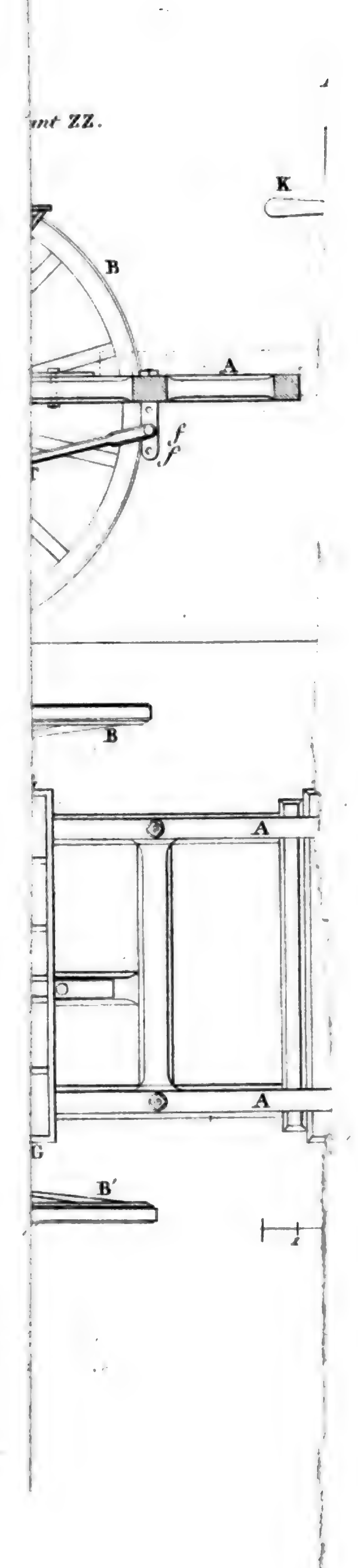
CHAP. XVI. Emploi des pulpes pour la nourriture des bestiaux, PAGE 460
CHAP. XVII. Fabrique pour exploiter, en 120 jours, 4114200 kilog. de racines avec et sans continuité, 465
SECT. Ire. Exploitation avec continuité, 466
1°. Description des bâtimens, 467
2°. Question économique, 479
SECT. II. Exploitation sans continuité, 499
CHAP. XVIII. Fabrique pour exploiter, en 120 jours, 2057100 kilog. de racines avec ou sans continuité, 505
SECT. Ire. Exploitation avec continuité, 506
1°. Description des bâtimens, *ibid.*
2°. Question économique, *ibid.*
SECT. II. Exploitation sans continuité, 514
CHAP. XIX. Fabrique pour exploiter, en 120 jours, 1028550 kilogrammes avec ou sans continuité, 516
SECT. Ire. Exploitation avec continuité, 517
SECT. II. Exploitation sans continuité, 519
CHAP. XX. Comptes de fabrication de divers manufacturiers, et résumés de la question économique, 521
1°. Compte de M. le comte Chaptal, 523
2°. Compte de M. de Dombasle, 525
3°. Compte de monseigneur le duc de Raguse, 528
4°. Compte de M. Crespel, 530
APPENDICE. Essai d'analyse de la betterave, et application de ses résultats à la théorie de la défécation, 535

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

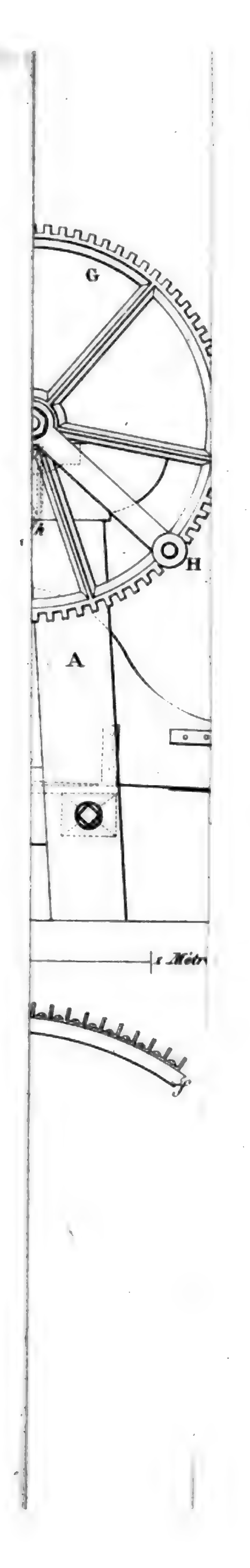
Digitized by Google

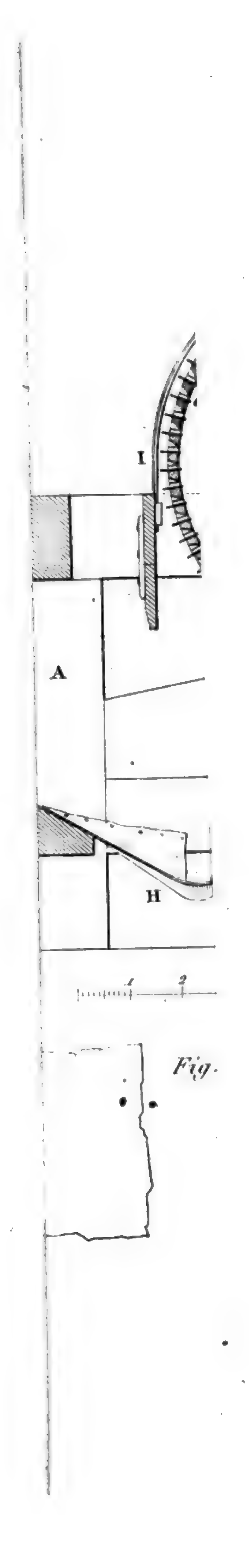
Fautes essentielles à corriger.

Page	41,	ligne 6,	*au lieu de* juin, *lisez* mai.
	112,	13,	*au lieu de* moins bien, *lisez* mieux.
	168,	14,	*au lieu de* centimètres, *lisez* décimètres.
	190,	1,	*au lieu de* recharge, *lisez* rechange.
	215,	11,	*au lieu de* centimètres, *lisez* décimètres.
	248,	3	de la note, *au lieu de* chaleur, *lisez* chaux.
	277,	2,	*au lieu de* dans, *lisez* de.
	296,	4,	*au lieu de* filtration, *lisez* fabrication.



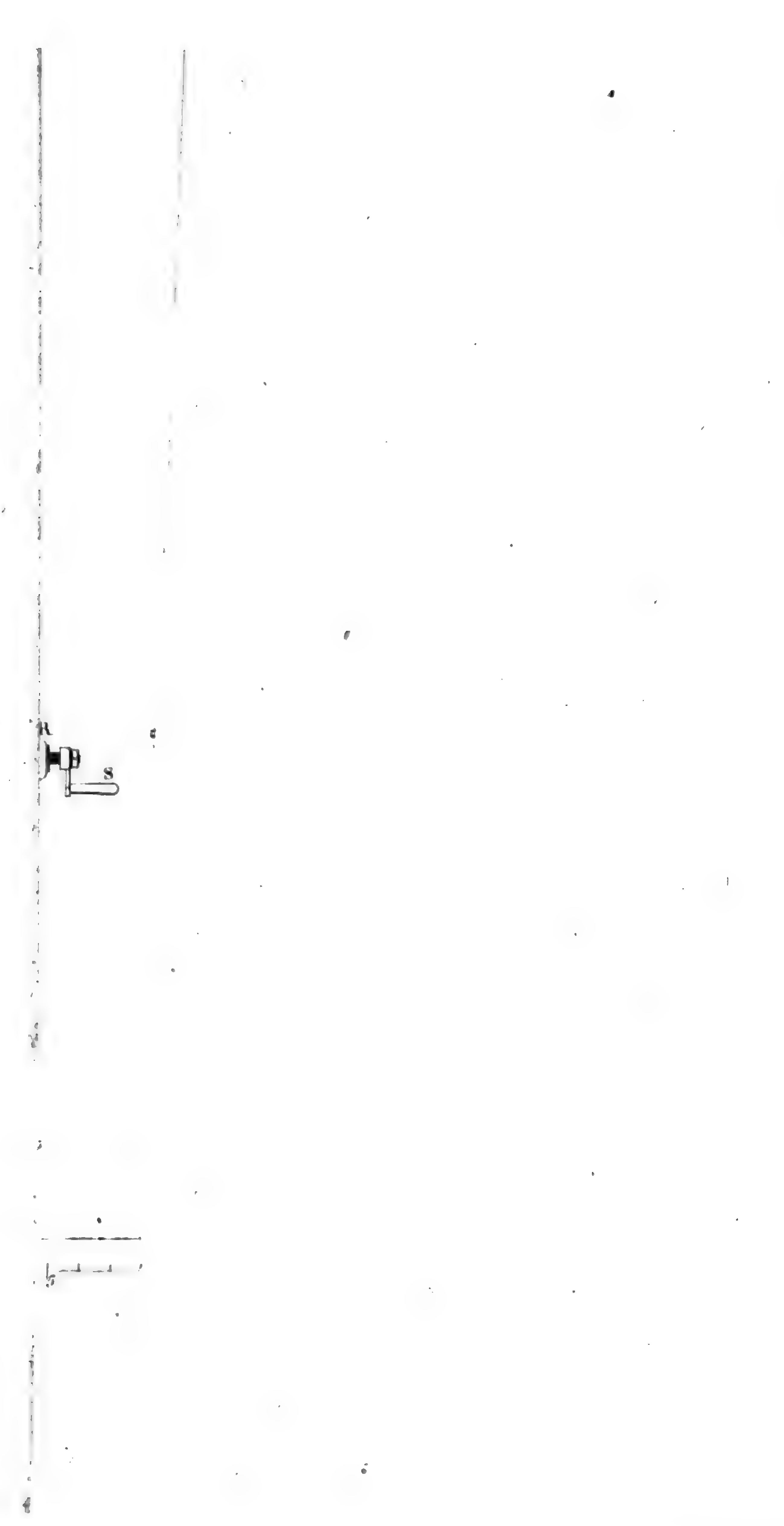
ant ZZ.
K
B
A
f
f
B
A
A
G
B'

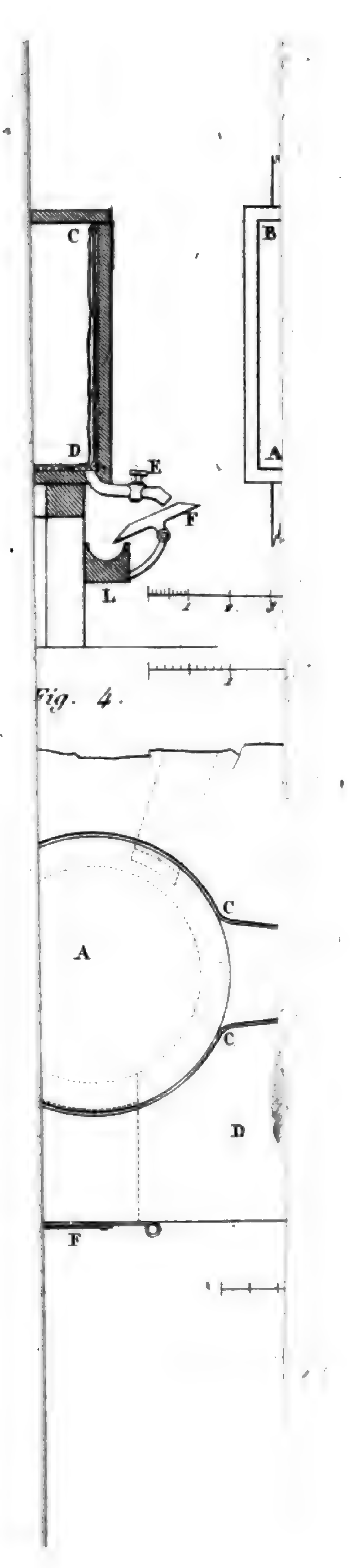

G
H
A

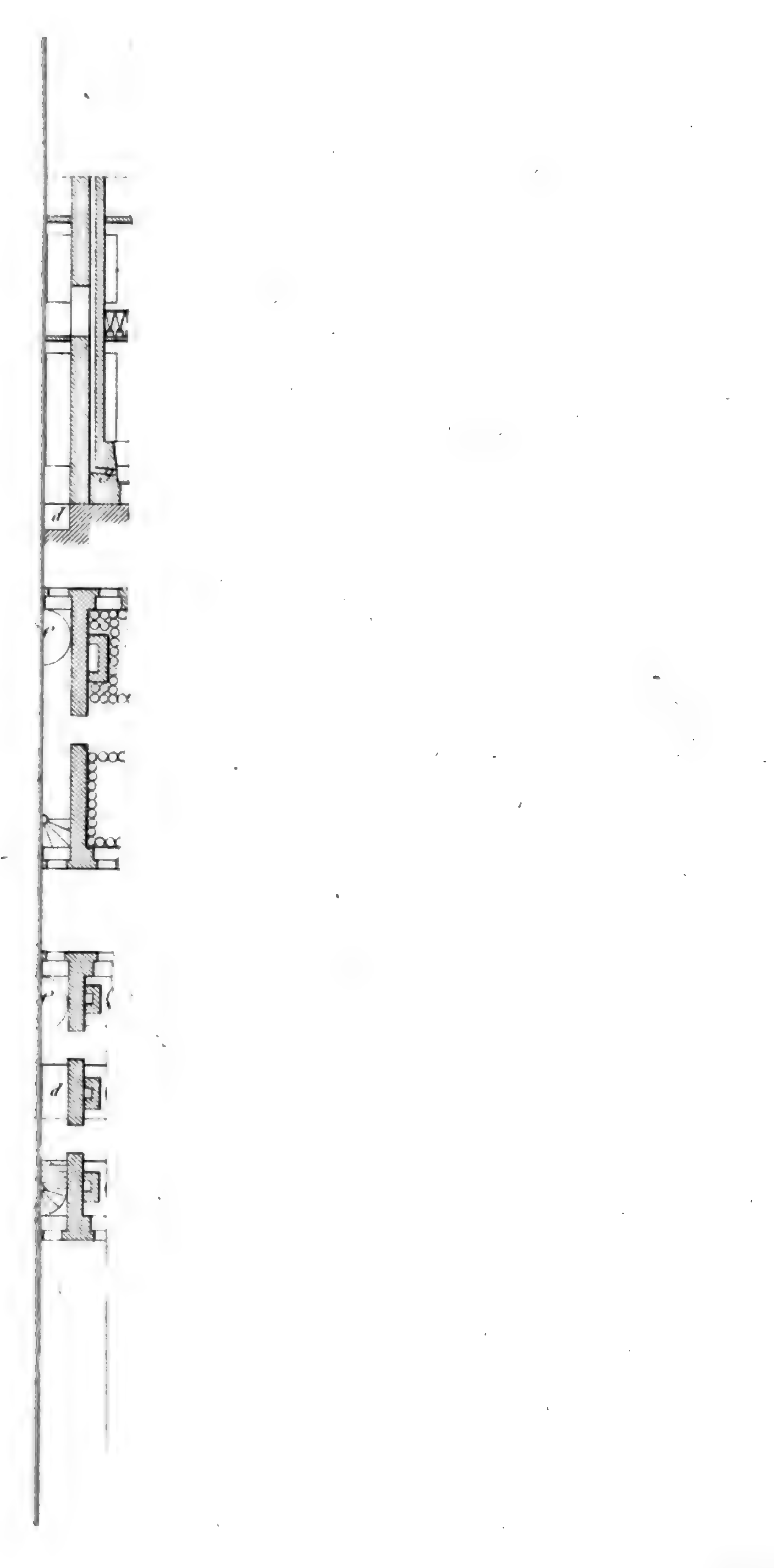


Digitized by Google

Digitized by Google


R
S


C
B
D
A
E
F
L
Fig. 4.
C
A
C
D
F



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google